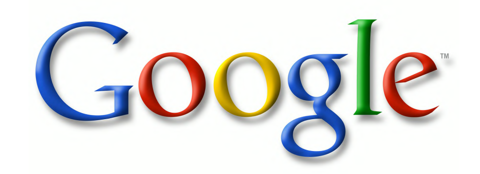
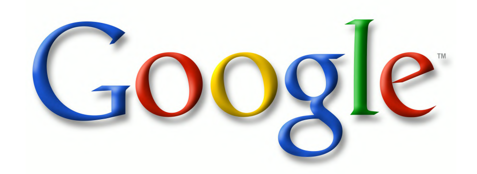


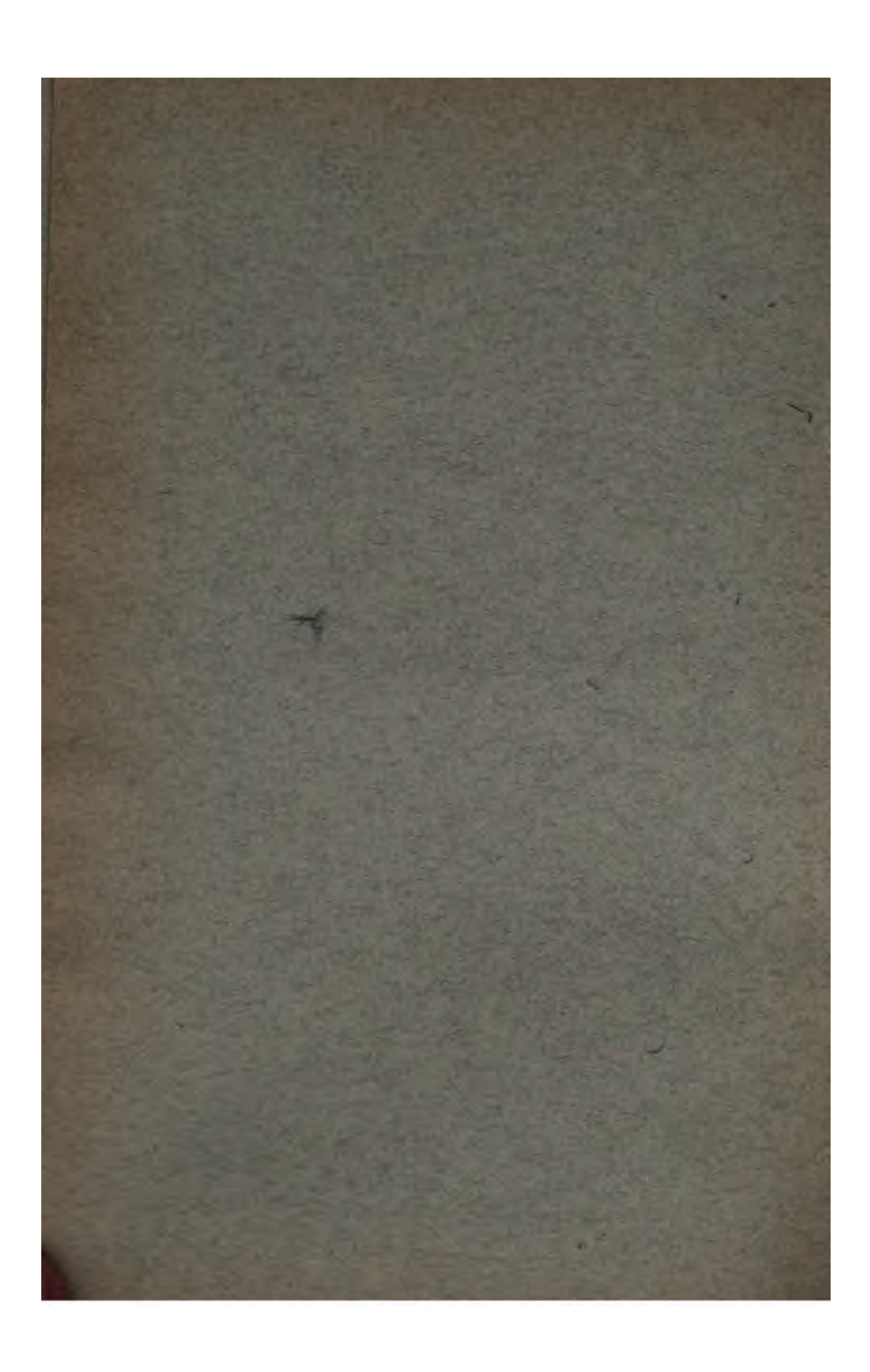






1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE









Vierteljahrsschrift

der

Naturforschenden Gesellschaft

in

Zürich.

Unter Mitwirkung der Herren

Prof. Dr. A. HEIM und Prof. Dr. A. LANG

herausgegeben

von

Dr. FERDINAND RUDIO,

Professor am Eidgenössischen Polytechnikum.

Fünfundvierzigster Jahrgang. 1900.

Mit elf Tafeln.

Zürich,

in Kommission bei **Fäsi & Beer** in **Zürich,**

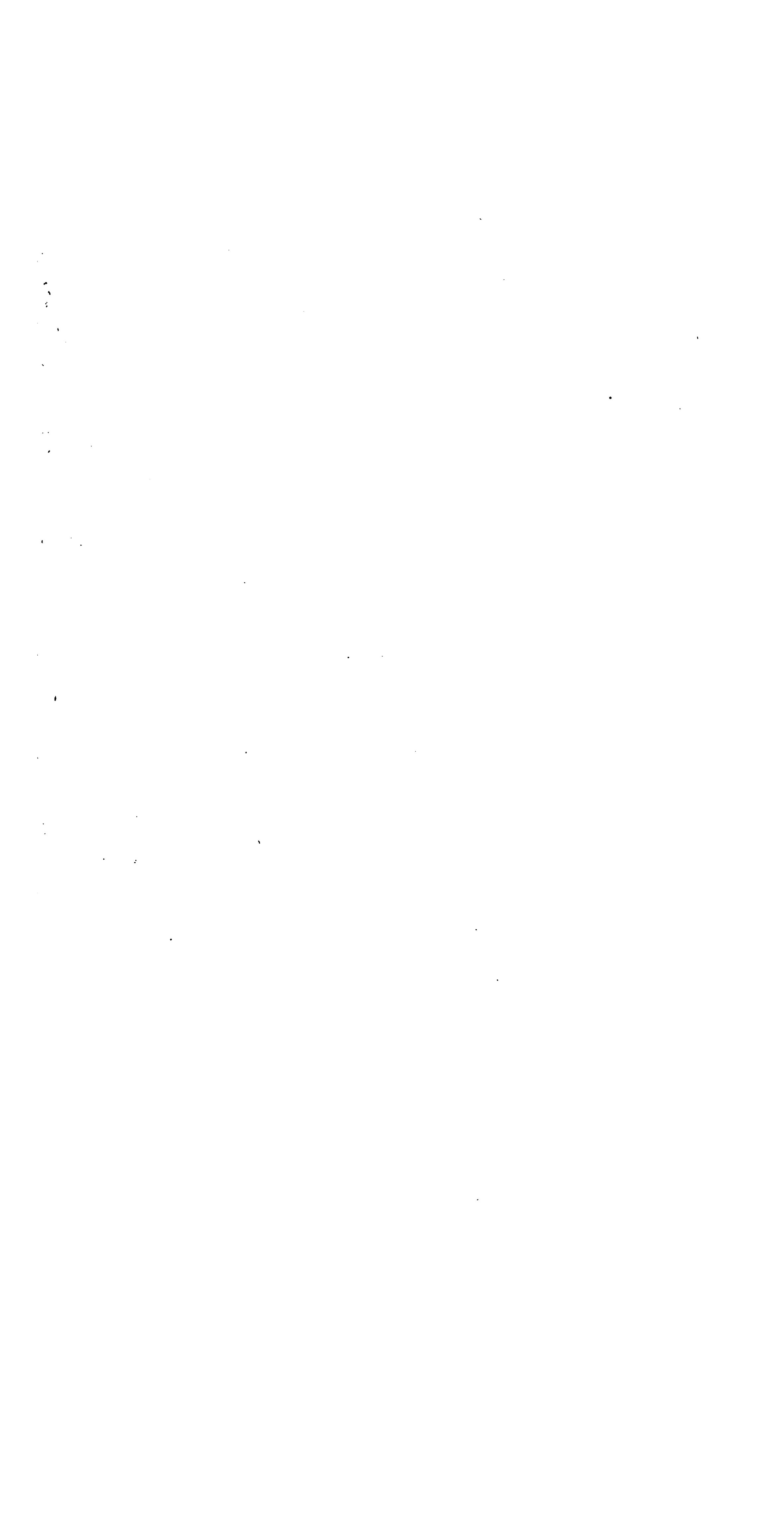
sowie (für Deutschland und Oesterreich)

bei **J. F. Lehmann,** medizinische Buchhandlung in **München.**

1900.

Gründungsjahr der Gesellschaft
1746.

Inhalt.



Die vulkanischen Auswurfsmassen des Höhgaus.

Von

Joseph Erb.

(Aus dem mineral. petrogr. Institute des Polytechnikums.)

Hiezu Tafel I.

Einleitung.

Obwohl bei vielen Vulkanen das als Auswürflinge zu Tage geförderte Magma die ergossene oder in Gängen erstarrte Lava an Masse übertrifft, sind bis jetzt jene ausgeworfenen Materialien und die aus ihnen entstehenden Gesteine, die vulkanischen Tuffe, in der Petrographie etwas vernachlässigt worden.

Und doch verdienen sie in mehrfacher Beziehung eingehender untersucht zu werden. In erster Linie spielen sie eine wichtige Rolle als Schichtenglied. Aber auch auf manche Fragen über die Entstehung vulkanischer Gesteine würden eingehende Studien über Auswurfsmassen Antwort geben.

Es gliedert sich bekanntlich die Entwicklung eines Ergussgesteines in einen intratellurischen und einen effusiven Abschnitt, welche beide dem Gesteine ihre Züge aufprägen. Für die Auswurfsmassen ist der zweite extratellurische Abschnitt stark verkürzt. Sie stellen gewissermassen auf verschiedener Entwicklung fixierte Jugendstadien der Magmen dar. Es scheint daher wahrscheinlich, dass wir aus ihrem Baue Schlüsse auf den Zustand des Magmas im Eruptionsschlote und die dort und nachher sich abspielenden Krystallisationsvorgänge ziehen können.

Leider sind die Auswurfsmassen und die aus ihnen entstehenden Tuffe leicht vergängliche Produkte. Die Verwitterung macht bald den ursprünglichen Bestand unkenntlich.

Die folgende Arbeit gliedert sich in drei Teile. Im ersten Abschnitt sollen die vulkanischen Auswurfsmassen der Basaltkuppen, in einem zweiten Teile diejenigen an den phonolithischen Kegeln beschrieben werden, und zum Schlusse mögen kurz die krystallinen fremden Gesteine, welche als Einschlüsse im Tuffe oder in den Auswürflingen vorkommen und ihre Kontakterscheinungen besprochen werden.

Das vulkanische Senkungsfeld des Höhgaus am Ostende des Randenplateau ist in erdgeschichtlicher Beziehung ein grosses, natürliches Modell, an dem eine Reihe von Ablagerungen und geologischen Vorgängen studiert werden können. Vor allem wird der eigentümliche Charakter der Gegend durch die nord-südlichen Reihen phonolithischer und basaltischer Kegel und die zugehörigen Tuffablagerungen hervorgerufen.

Es ist daher nicht zu verwundern, dass dieses Gebiet bereits in früher Zeit die Aufmerksamkeit der Geologen auf sich zog und zu zahlreichen Untersuchungen anregte.

Eine monographische Bearbeitung samt genauer Kartierung wurde von

Fr. Schalch: Das Gebiet nördlich vom Rhein (Kanton Schaffhausen, Höhgau und Schienerberg)

als XIX. Lieferung zu den „Beiträgen zur geologischen Karte der Schweiz“ und Atlasblatt IV 1883 ausgeführt.

Dieses Werk enthält auch ein vollständiges Litteraturverzeichnis bis zu jenem Zeitpunkte, auf welches hier verwiesen sein soll. Später wurden die Basalte eingehender von

Ulrich Grubenmann: Die Basalte des Hegaus, Inaug.-Dissert., Frauenfeld 1886

studiert, in welcher Arbeit wir auch petrographische Notizen über ein Vorkommen von Basalttuffen finden. Schon früher waren von

A. Penk: Ueber Palagonit- und Basalttuffe, Zeitschrift der deutschen geol. Ges. XXXI, 1879, 504—577

kurze Mitteilungen über die mikroskopische Zusammensetzung des Basalttuffes vom Hohenhöwen erschienen.

Mit den Phonolithen und ihren Tuffen beschäftigten sich von neueren Autoren:

H. P. Cushing und E. Weinschenk, Zur genauen Kenntnis der Phonolithe des Hegaus. T. M. P. M. XIII pag. 18—39.

Vergleiche hiezu auch:

H. Rosenbusch, Mikr. Physiogr. der massigen Gesteine, III. Aufl., pag. 820 Anm.

Angaben über Einschlüsse in den Phonolithen und Basalten finden sich in

A. Lacroix, Les enclaves des roches volcaniques. Macon 1893, pag. 123 und 428—434 sowie 532.

I. Teil.

Die vulkanischen Auswurfsmassen der Basaltkuppen.

A. Geologische Verhältnisse.

Den interessantesten Einblick in die Lagerungsverhältnisse und Zusammensetzung der klastischen Basaltmassen gewährt der südwestlich Engen sich erhebende

Hohenhöwen 848 m.

Die Kuppe dieses stumpfkegeligen Berges, welcher aus den diluvialen Terrassen von Welschingen und dem weissen Jura von Engen aufsteigt, wird von unregelmässig zerklüftetem Melilithbasalt gebildet. Doleritische Partien durchziehen das Gestein.

Den ersten deutlichen, braunerdigen Tuffmassen mit vielen Einschlüssen begegnet man beim Abstieg an dem schmalen Wege, der rings um den Berg gelegt ist. Ueberlagert wird der Tuff von einem Basaltgange, welcher parallel der Kontaktfläche plattige Absonderung zeigt.

Am gleichen Wege stehen im Walde, an vorspringenden Köpfen, 40—80 cm dicke Basaltsäulen an. Die Säulen selbst sind wieder horizontal und etwas vertikal gegliedert, so dass sie wie aus Hausteinen gemauert erscheinen. Von diesen Säulen nur durch eine Nische getrenntes Gestein ist hingegen unregelmässig zerklüftet und besitzt abwechselnd poröse Partien.

Ueberlagert wird hier der Basalt von typischen Agglomeraten. Basaltknollen und Lapilli von Erbsen- bis Faustgrösse sind mit schlackigen, rostigen Basaltbrocken teils locker, teils innig ver-

kittet. Wo die rundlichen, kompakten Auswürflinge zurücktreten und die bis kubikmetergrossen, schlackigen Brocken und Blöcke allein verbacken sind, ist der Fels schwer von anstehenden, porösen Basaltergüssen zu unterscheiden. Mächtigkeit dieser ungeschichteten Schlackenagglomerate über 7 m.

In der Nähe dieses Stromes wurde im Tuff ein Block typischer Juranagelfluh von 20 cm Durchmesser mit zahlreichen Kalkgeröllen und dem gewohnten sandigen Kitte beobachtet.

Tuffe, aus denen ein 20—30 m hoher Basaltkopf herausgewittert ist, finden sich auch im Walde, nordöstlich der Gipsgrube. Das stark verwitterte Gestein fällt in mehreren Absätzen ab und lässt nur undeutlich horizontale Schichtung erkennen. Unregelmässige Zerklüftung ist allgemein, aber auch kugelschalige Absonderung kommt vor. Der turmartig herausgewitterte Basalt hat gegen den Tuff zu schlackige Textur, ist demnach der Rest eines Stromes. Ueberdies werden hier die klastischen Massen von mehreren Basaltgängen durchsetzt, die bis zu 80 cm Mächtigkeit herabsinken.

Den besten Aufschluss über den Bau des alten Vulkans geben jedoch die grossen östlichen und südöstlichen Rutschhalden, welche schon aus weiter Ferne durch ihre Steilheit und Kahlheit am Berge auffallen. Basalt und Tuff wechsellagern mannigfach an beiden Anschnitten.

Gänge durchsetzen die Auswurfsmassen nach allen Richtungen. Ihr Basalt ist hie und da so stark braunerdig verwittert, dass die Abgrenzung gegenüber dem ähnlichen Tuffe kaum möglich ist.

Doch kommt auch stromartig ergossener Basalt vor. Wegen seiner schlackigen Abgrenzung gegenüber den Tuffmassen gehört hierher offenbar ein Teil des Basaltes im südlicheren Rutschgebiete. Gleich gedeutet müssen wohl auch die mächtigen Gesteinsmassen in den oberen Partien des nördlichen Abschlipfes werden. Von diesen unzugänglichen Felsen stammt eine sechsseitige Basaltsäule von 2 dm Durchmesser und 1 m Länge.

Ausser Gängen und Strömen trifft man an den beiden Anschnitten ein fest verkittetes Haufwerk schwammig-schlackiger Basaltbrocken, ferner ungeschichtete Agglomerate aus Basaltbomben von Kartoffel- bis Erbsengrösse.

Die verschiedenen Varietäten des eigentlichen Tuffes unterscheiden sich durch den Grad der Verwitterung, die Art der Verkittung und die Korngrösse der Auswürflinge. Meist sind es braunerdige oder graue, körnelige Massen, in denen Lapilli und Kitt nur noch schwer unterscheidbar sind. Im frischen Zustande ist das Gestein grauschwarz und kann durch den hellen Calcit- oder Opalkitt weiss geadert sein. Der Wechsel in den Dimensionen der Auswürflinge bedingt dünne Schichtung, welche oft schon im Handstücke bemerkbar ist. Als typischer Fall soll der folgende beschrieben werden:

Die Grösse der Auswürflinge nimmt von unten nach oben allmälig ab, die grösseren Sandkörner gehen in feinste Aschenkörner über, zwischen denen naturgemäss das Cement spärlicher ist. Diese feinstkörnige Schicht ist dann scharf abgeschnitten durch eine Lapillilage, zwischen deren grossen Lücken sich wieder reichlicher Cement ausgeschieden hat (vgl. Taf. I, Fig. 7).

Wir haben hier ganz deutlich zwei Ausbrüche vor uns. In der Luft fielen die schwereren und grösseren Körner der ersten Eruption zuerst nieder, kleinere Partikel blieben länger schweben und setzten sich erst später ab. Ein erneuter Auswurf lieferte wieder eine grobkörnige Schicht.

Die Aufbereitung der Auswürflinge ist in so typischer Weise allerdings nicht allzuhäufig; meist erkennt man nur unregelmässige, feine Schichtung. In der Litteratur ist von M. W. Prinz[1]) ein ausserordentlich prägnanter Fall beschrieben und abgebildet worden.

Die Tuffschichten sind an den Abhängen sehr unregelmässig gelagert. Streichen und Fallen wechselt oft stark an benachbarten Stellen. Meist ist es an den verwitterten Felsen nicht mehr bestimmbar, oder Rutschungen haben die ursprüngliche Lage verändert.

Die Lage des oder der Krater lässt sich daher kaum aus dem Fallen der Schichten bestimmen.

Sehr häufig sind mit den Lapilli fremde, aus der Tiefe mitgerissene Gesteinsfragmente verbacken. Nur einmal fand Schalch

---

[1]) W. M. Prinz, A propos des coupes de diatomées du Cementstein de Jutland. Bull. des sciences de la soc. belg. de microscop. 1885.

einen grobkörnigen Granit; zwei rundliche Brocken von Erstarrungsgesteinen wurden bei diesen Aufsammlungen entdeckt. Um so häufiger begegnet man dagegen eckigen Kalkbrocken, von mikroskopischen Dimensionen bis über Faustgrösse. Für die Alterbestimmung der Eruptionen sind vor allem die im Tuffe eingeschlossenen Juranagelfluhgerölle von grosser Wichtigkeit.

Wie schon v. Fritsch[1]) und Schalch[2]) hervorheben, kommen Gerölle posttertiären Alters nicht vor.

Im Tuff selbst wurden nur mikroskopische Spuren von Versteinerungen bemerkt.

Hohenstoffeln.

Der Basalt des Hohenstoffeln und der ihn im Süden umsäumenden, kleineren Ausbruchsstellen, Stoffelerhof, Sennhof, Homboll, Pfaffwiesen und Weinberge von Riedheim ist von U. Grubenmann[3]) eingehend beschrieben worden. Es soll daher hier auf jene Arbeit verwiesen werden. Echte Tuffe sind spärlich. Die Gehänge des Berges werden von basaltischem Schutt bedeckt, wie Grabungen zeigen.

Stark verwitterte Tuffe finden sich am Homboll. Sie gleichen den stärkst-zersetzten Gesteinen des Hohenhöwen. Die braungrauen, rundlichen Bömbchen werden durch braunen Kitt nur noch schlecht zusammengehalten. Das Gestein zerbröckelt zwischen den Fingern. Einschlüsse wie am Hohenhöwen.

Granitbröckchen liegen in dem stark verwitterten Tuffe bei Pfaffwiesen.

Auch die ausgedehnten Tuffablagerungen von Riedheim mit schönen Basaltgängen sind zu arg zersetzt, um für die mikroskopische Analyse benutzbares Material zu liefern.

Osterbühl.

Der nächstgelegene, für petrographische Untersuchungen brauchbare Tuff findet sich an diesem kleinen, vorspringenden Hügel an der Strasse Watterdingen-Leipferdingen. Die dunklen Tuffe lagern

---

[1]) v. Fritsch, R., Notizen über geol. Verhältnisse im Höhgau; N. Jahrb. f. Mineral. 1865.

[2]) Schalch, loc. cit. pag. 108.

[3]) Grubenmann, U., loc. cit. pag. 32.

hier auf Juranagelfluh und sind äusserst reich an fremden Einschlüssen, eckigen, weissgrauen und hellgelben Kalkbrocken, namentlich aber Juranagelfluhgeröllen. Da nur wenige, kleine Gruben das von U. Grubenmann gesammelte Material lieferten, kann über die Lagerungsverhältnisse nichts mitgeteilt werden.

Haslachwald (Haslen der Grossh. bad. Karte 1 : 25000). In der Nähe des Haslerhofes bei Leipferdingen findet sich eine kleine verlassene Tuffgrube. Bis haselnussgrosse Auswürflinge werden mit faustgrossen Kalkbrocken durch calcitischen Kitt verbunden, sind aber zu stark verwittert, um über die ursprüngliche Zusammensetzung Aufschluss geben zu können. Ein Basaltgang durchsetzt den Tuff.

Am Neuhöwen wurden basaltische Auswurfsmassen nicht bemerkt.

Höwenegg.

Reichliche Tuffablagerungen umsäumen die beiden Ausbruchspunkte dieses Berges. Ein sehr schöner Aufschluss, jetzt teilweise wieder verschüttet, lag am Waldrande südlich des Burgstalls. Grob- und feinkörniger, innig verkitteter Tuff enthielt reichlich eckige Kalkbröckchen und einige Molluskenschalen. Nach gütiger Bestimmung von C. Mayer-Eymar sind es:

Clausilia antiqua Ulm.
Hyalina crystallina Müll.

ferner eine Helix aus der Gruppe der H. nitens L. und dieser sehr ähnlich; alles Beweise, dass diese Auswurfsmassen auf dem Lande im oberen Tertiär abgelagert wurden.

Westlich des Burgstalls steht in einer verlassenen Tuffgrube verwitterter, grünlichgrauer, dickbankiger Tuff an, mit faustgrossen, zersetzten Basaltknollen.

Sehr zersetzte Aschenablagerungen sind bei der Mühle im Dachsmieth bei Mauenheim angeschnitten. Interessant ist dieses Vorkommen, weil die graubraunen, erdigen Massen ungemein reich an eckigen, bis über kopfgrossen Kalkbrocken und Juranagelfluhgeröllen sind und auch nicht selten krystalline Einschlüsse umhüllen. Ferner sind darin, wie auch in den benachbarten Aeckern der Schäuenlohe, Spaltungsstücke und bis faustgrosse Knollen

von Hornblende eingebettet. Die Auflagerung auf Juranagelfluh ist deutlich zu erkennen.

Am Wartenberge fehlt frischer, zu petrographischen Untersuchungen brauchbarer Tuff.

Auch sonst wurde dieses Gestein nirgends mehr in einigermassen befriedigendem Erhaltungszustande angetroffen. Erwähnenswert ist vielleicht, dass hin und wieder bis kopfgrosse Tuffgerölle in den diluvialen Ablagerungen von Thayngen vorkommen.

B. Petrographische Beschreibung der Auswurfsmassen des Osterbühls, der Höwenegg und des Hohenhöwen.

a. Die einzelnen Mineralien.

Magnetit.

Magnetit kommt in den untersuchten Gesteinen reichlich vor.

Seine Form ist besonders in den klastischen Basalten scharf. Hier begegnet man wohl entwickelten Oktaëdern, mehrfachen Parallel- und Zwillingsverwachsungen und ziemlich komplizierten Aggregaten.

Der Magnetit hält der Verwitterung sehr lange stand. Die einschliessenden Olivine können vollständig durch Calcit ersetzt sein und noch sind die grossen, scharfen Magnetite erhalten geblieben. Ebenso trifft man in der carbonatisierten Glasmasse der vulkanischen Aschenkörner, in welcher alle andern Mineralien spurlos verschwunden sind, noch einzelne schwarze Oktaëderchen.

Die Umwandlung geschieht in Limonit, wobei die Krystalle zu graubraunen, rundlichen Häufchen aufquellen.

Während in den Tuffen des Hohenhöwen, des Osterbühls und der Schäuenlohe zahlreiche glasige Lapilli vorkommen, die sehr wenige, aber grosse, scharfe Magnetitkrystalle und Aggregate von solchen besitzen, ist die Glasmasse bei anderen dieser kleinen Auswürflinge überdies noch mit feinem Erzstaub besät, der bei stärkster Vergrösserung als aus winzigsten Oktaëderchen zusammengesetzt erscheint. Die Kryställchen dieser zweiten Generation sind in den einzelnen Lapilli verschieden gross und verschieden reichlich. Auch in den Bomben des Hohenhöwen kann man neben zerstreuten, grösseren Individuen in der Grundmasse die vielen kleinen Erzkörnchen unterscheiden. Die gleiche Erscheinung zeigt ein Schliff

vom Rande eines schmalen Ganges oberhalb der Gipsgrube am Hohenhöwen. Diese Trennung der Erzbildung in zwei Generationen ist in den Kuppenbasalten selbst undeutlich. Hier sind die Magnetitkrystalle und Aggregate grösser, oft unförmlich und zerstreuter.

Es zwingen diese Beobachtungen zur Annahme zweier getrennter Magnetitkrystallisationen in den Auswurfsmassen. Dass die kleinen Magnetite nicht durch Verwitterung entstanden sein können, ist dadurch erwiesen, dass keine Erzanreicherung in den verwitterten Partien der Lapilli zu beobachten ist.

Aber auch in den ergossenen Basalten wurde sicher nicht aller Magnetit in der Tiefe gebildet. Das ergossene und ausgeworfene Magma waren kaum verschieden. Wenn dieses nun, wie die erzärmeren Lapilli beweisen, in der Tiefe nur eine mässige Zahl grösserer Erzkörner auskrystallisiert hatte, musste noch eine weitere Ausscheidung von $Fe_3 O_4$ erfolgen, um den Magnetitgehalt des Basaltes zu erklären.

Auch die Beobachtung, dass die grossen Magnetite in den Basalten hin und wieder automorphe Augitchen partiell oder total umhüllen (vgl. Taf. I, Fig. 1), findet auf diese Art die ungezwungenste Erklärung.

Spinelle.

In den untersuchten Gesteinen sind von den Gliedern dieser isomorphen Reihe vor allem Chromit und Picotit zu erwarten. Diese beiden Mineralien sind aber optisch nur unsicher von einander und von dem Perowskit zu unterscheiden. Unzweifelhaft ist Spinell vorhanden; zu ihm gehören die kleinen, scharfen, gelblichen bis bräunlichen Oktaëderchen in den Olivinen. Eine Unterscheidung der einzelnen Spezies wäre aber nur durch chemische Versuche möglich, welche bei der Kleinheit und Spärlichkeit dieser Körper ebenfalls geringen Erfolg versprechen.

Perowskit.

Der Perowskit findet sich in den basaltischen Auswurfsmassen bald in scharfen Krystallen, bald in unregelmässigen Körnern. Gerne verwachsen die ersteren zu Gruppen, die bis aus 6 Einzelindividuen bestehen. An Grösse kann er den Magnetit erreichen; Durchmesser bis zu 0,13 mm wurden gemessen. Nicht selten wurde er mit Magnetit und Spinell von Olivin eingeschlossen.

Die Schnitte lassen das Licht in graubraunen Tönen durch. Auf den hohen Brechungsexponenten weisen die dunkle Umrandung und die kräftigen Konturen der ihn durchsetzenden, unregelmässigen Sprünge hin. Doppelbrechung wurde auch an den grössten Krystallen nicht bemerkt.

Der Perowskit behält seine Frische sehr lange bei; wie Magnetit ist er in vollständig pseudomorphosierten Olivinen hie und da noch erkennbar. Die Verwitterung wandelt ihn unter Volumvergrösserung in ein körneliches, bräunlichgraues Häufchen um.

Apatit.

In den Auswürflingen konnte unzweifelhafter Apatit nicht nachgewiesen werden, sei es, dass seine Längsschnitte nicht von Melilith, seine Querschnitte nicht von Nephelin, die beide zersetzt sind, geschieden werden konnten, sei es, dass er wirklich selten ist. Auch in den verglichenen Basalten wurde er nur spärlich gesehen, so in Schliffen vom Hohenhöwen, als sechsseitiger, ziemlich grosser Querschnitt mit Gas- und Flüssigkeitsinterpositionen, letztere mit Libellen, und in quer gegliederten Längsschnitten. Ueberdies umschliesst Biotit im Basalt des Wartenberges unzweifelhaften Apatit.

Biotit.

Sechsseitige, bis 1 cm^2 grosse Biotitblättchen wurden zahlreich auf den Aeckern und im Tuffe der Schäuenlohe bei Mauenheim gesammelt. Sie geben, wie die später zu beschreibenden Biotite der Phonolithtuffe, schöne Schlagfiguren.

Merkwürdigerweise wurde dieses Mineral in den mikroskopisch geprüften Tuffen recht selten bemerkt. Im Gestein des Osterbühls bei Leipferdingen findet er sich im Kitt und da, wie an anderen Orten, sind Täfelchen von ihm im Olivin eingeschlossen. Entschieden häufiger ist er in den Basalten, wo er „in kleinern Schuppen oder Lamellen, ohne jede krystallographische Begrenzung in allen Höhgauer Basalten gefunden werden kann“.[1]) Auch hier liegt er gerne im Olivin und kann selbst wieder Magnetitkörner neben Apatit umschliessen. Gerne klemmen sich aber seine kleinen, unregelmässigen Täfelchen zwischen die Augite und Melilithe ein und es scheint nach dieser Art des Auftretens nicht unwahr-

[1]) U. Grubenmann. loc. cit. p. 10.

scheinlich, dass neben dem sehr alten Biotit, der zum Teil von Olivin umhüllt wird, oder in losen Krystallen ausgeschossen wurde, noch eine zweite Generation sich ausschied.

Hornblende.

Neben Biotitblättchen kommen auf den Aeckern der Schäuenlohe Knollen und oft mehrere cm lange Spaltungsstücke von stark korrodierter Hornblende vor. Mehrere Male wurde dieses Mineral auch mikroskopisch in den Basalttuffen bemerkt, während es in den Basalten selbst weder von U. Grubenmann, noch bei diesen Arbeiten gesehen wurde. Die sehr früh im Magma ausgeschiedenen Hornblendekrystalle und -Knauer sind demnach teils lose ausgeworfen worden, teils gingen sie bei den länger andauernden Eruptionsakten der Basalte durch Resorption wieder verloren.

Olivin.

Die Dimensionen des Olivins sind sehr schwankend. Sowohl in den ergossenen Basalten, als in den verschiedenen Auswürflingen kann man ihn schon von blossem Auge entweder als flaschengrüne, frische Körner oder in verschiedenen Stadien der Umwandlung und Verdrängung wahrnehmen.

Unter dem Mikroskope kommen daneben, namentlich in glasreichen Lapilli, Kryställchen mit Längendurchmesser bis zu 0,02 mm herab vor. Die Grösse wechselt im gleichen Lapilli stark; Schwankungen der Längendimension von 1 bis 100 sind möglich. Es sei dies angeführt, um zu zeigen, wie stark bei einem Minerale die Individuengrösse der gleichen Generation wechseln kann. In den Basalten fehlen dem Olivin fast immer die scharfen Konturen. Resorptionen haben ihn in rundliche Körner umgewandelt oder tiefe, mit Grundmasse erfüllte Einbuchtungen erzeugt. Gut begrenzte Krystalle trifft man dagegen in den glasigen Auswürflingen. Auch die kleinsten Krystalle sind hier wohl entwickelt. Nach den fast rautischen Schnitten parallel dem vorderen Pinakoïde muss bei diesen Krystallen (010) nur untergeordnet vorhanden sein, sich also erst bei längerem Wachstume stärker entwickeln. Querschnitte von entsprechender Grösse ähneln regelmässigen Sechsecken (110) (011) resp. (010). Wachstumsformen ähnlich denen, wie sie Kreutz und Rinne aus glasigen Gesteinen beschreiben, sind hier nicht vorhanden.

Wenn auch die Krystalle in den glasigen Auswürflingen keine Resorptionen zeigen, so ist damit nicht gemeint, dass sie immer vollständig den Raum erfüllen. Auch bei solchen Olivinen sind Einbuchtungen nicht selten, doch beweisen die geradlinigen Konturen, welche parallel umgrenzenden Kanten gehen, dass wir es mit unvollständig entwickelten Krystallen zu thun haben. Erleidet ein solcher in der Effusionsperiode auch nur eine schwache Resorption, so täuscht die starke Einbuchtung sehr kräftige Eingriffe vor. Es mahnte dies zur Vorsicht, die Korrosion in den Basalten nicht zu überschätzen. Sehr gerne verwachsen mehrere Krystalle mit den (010)-Flächen so, dass grössere Schnitte, und zwar nach der Uebereinstimmung der Polarisationsfarben von vollständig parallelen Kryställchen, wie von Erkern, flankiert werden.

Zwillingen nach (011) begegnet man, wenn auch spärlicher, in den glasigen Auswürflingen. Vollständige Durchkreuzungen grösserer Krystalle kommen vor; die erwähnten, kleinen, spitzig-sechseckigen Schnitte legen sich hin und wieder direkt mit ihren (011)-Flächen aneinander. Vielleicht sind diese Appositionszwillinge die Embryonen der grossen Penetrationsverwachsungen. Spaltbarkeit und unregelmässige Zerklüftung bieten nichts Neues.

Ebenso sind die Farblosigkeit, die hohe Brechung und starke Doppelbrechung gewohnte Eigenschaften.

Die chemische Konstitution der Basaltolivine wurde von U. Grubenmann[1]) zu 10 $Mg_2 SiO_4$ 3 $Fe_2 SiO_4$ bestimmt.

An Einschlüssen sind Schwärme von Flüssigkeitsporen, hin und wieder mit Libelle, erkennbar. Es lassen diese Poren einen Einblick in die Verhältnisse des Magmas zur Zeit der Bildung dieses Minerals thun. Es ist nicht wahrscheinlich, dass Flüssigkeit mit einer darin schwimmenden Gaspore eingeschlossen wurde, oder die Flüssigkeit in einen für sie zu grossen Hohlraum gelangte. Offenbar war der ganze Einschluss gasiger Natur und hat sich erst im Olivin bei abnehmender Temperatur verflüssigt. Das Magma entgast sich aber bei abnehmender Pression und Temperatur. In einer solchen Periode haben sich also die Olivine gebildet. Dies wird beim Aufsteigen des Magmas im Eruptionsschlote eingetreten sein. Kleine Gaskügelchen bei hohem, aber abnehmendem Drucke

---

[1]) U. Grubenmann, loc. cit. pag. 9.

schieden sich aus, schossen an die vorhandenen Stützpunkte, die wachsenden Olivine, an und wurden umhüllt. Bei weiterer Temperaturabnahme kondensierten sie sich ganz oder teilweise zu Flüssigkeit.

Auch Glas kann von Olivin eingeschlossen werden. Von begleitenden Mineralien wurden Perowskit, Magnetit, Spinell und Biotit schon erwähnt. Auffallend ist, wie in den glasreichen Auswürflingen auch die kleinsten Olivine gerne mit Magnetitkrystallen verwachsen sind.

Die gleichmässige Ausbildungsweise und gleichartige Häufigkeit in den verschiedenen Auswurfsmassen und ergossenen Basalten dokumentieren sein hohes Alter. Zweifellos waren im Magma schon vor der Zerstäubung in Bomben, Lapilli etc. gleichmässig Olivine verteilt.

In der Effusionsperiode erfolgte nur noch partielle Zerstörung des Minerals und zwar genügte eine etwas verlangsamte Abkühlung, um ihn wieder anzugreifen, denn schon die Olivine grösserer Bomben haben ihre scharfen Umrisse eingebüsst.

Sehr kräftige Veränderungen erleidet dieses Mineral durch die Verwitterung. Nur in den frischesten Partikeln der Tuffe ist er noch frisch, auch in den Bomben wurde es meist pseudomorphosiert. Die gewöhnliche Umwandlung ist Bildung von Serpentin, welcher, wie bekannt, von Sprüngen aus gegen das Innere wachsend, das Mineral vollständig ersetzt.

Im Zentrum einer Bombe von zirka 5 cm Durchmesser waren die Olivine unversehrt oder enthielten nur spärliche Serpentinbänder; solche Krystalle wurden nach aussen abgelöst von Olivinen, die in einzelne gefaserte, serpentinisierte Teilstücke zerlegt sind. In den Randpartien stellt sich in diesen Parzellen Opal, Limonit, seltener Carbonate in wechselnder Menge ein und zwar wieder von den Sprüngen ausgehend, welche die Serpentinisierung geschaffen hat. So können Schnitte mehr oder weniger vollständig durch die genannten Substanzen ersetzt werden.

Da nicht anzunehmen ist, dass bei einem so kleinen Gesteinskörper, wie eine solche Bombe ist, der Gang der Verwitterung in den Randpartien anders erfolgt als im Zentrum, und eine solche Annahme durch die Umwandlung anderer Mineralien, die innen und aussen gleich zerstört werden, nicht unterstützt wird, hat man in

den äusseren Teilen dieser Bombe einfach weiter fortgeschrittene Stadien der Olivinzersetzung vor sich. Der zuerst entstandenen Umwandlungspseudomorphose folgt eine Verdrängungspseudomorphose.

Diese Verwitterung ist in den Tuffen öfters zu beobachten. Seltener ist direkte Verdrängung durch Calcit (vielleicht gemengt mit Magnesit, da Zwillingslamellen fehlen). Dabei sieht man hin und wieder in einem und demselben Krystallschnitte das frische und das Pseudomorphosenmineral neben einander liegen.

Augit.

Bruchstücke dieses Minerals von über 3 cm Länge und 1 cm Querdurchmesser wurden in den Aeckern der Schäuenlohe bei Mauenheim gefunden. In den petrographisch untersuchten Tuffen sind solche grosse Krystalle niemals bemerkt worden. Nur aus dem Tuffe von Burgstall an der Höwenegg konnte ich, neben Bruchstücken, ein scharfes Kryställchen von 1 mm Länge herauslösen. Die Formen sind diejenigen des basaltischen Augites (100), (110), (010) und (111). Die Krystalle sind verschieden scharf, am besten aber bei den Auswürflingen mit feinkrystalliner oder glasiger Grundmasse. Hier sind auch die kleinsten mikrolithischen Augitchen verhältnismässig gut begrenzt; gabelige Wachstumsformen, wie in andern basaltischen Gläsern (z. B. Tuff von Militello auf Sizilien), konnten nicht entdeckt werden. Einige Male scharten sich solche winzige Kryställchen zu radialen, morgensternähnlichen Büscheln zusammen, eine Gruppierung, welche auch bei grösseren Individuen vorkommt.

Zwillingsbildung nach (100), oft mit zahlreichen zwischengeschalteten Lamellen, ist häufig. Der zonare Bau verrät sich nicht immer schon bei gewöhnlichem Lichte, in diesem Falle durch mehrere scharfe Trennungslinien an den Endflächen oder durch dunklere Färbung der äusseren Schichten. Am besten kann jedoch durch die ungleiche Auslöschungsschiefe auf (010) ein Wechsel in der Zusammensetzung des Krystalls erkannt werden. So orientierte Schnitte zeigen einen Kern, welcher sich nach dem Ende der c-Coordinate kegelförmig erweitert und an dem die Auslöschungsschiefe c:c um 13° geringer sein kann als in den Randpartien. An quergeschnittenen Krystallen wird dieser Bau an ineinander ge-

schachtelten Zonen erkannt. Das Mineral hat also nach verschiedenen Richtungen verschiedene Zusammensetzung. Dass solche Krystalle nicht nachträglich ausgefüllte Wachstumsformen sind, wird durch das Fehlen solcher Skelette in den glasigen Partikeln erwiesen.

Im allgemeinen ist die Auslöschungsschiefe c:c sehr gross; es wurden in den zentralen Teilen bis 41°, aussen bis 53° gemessen. Die Augite lassen das Licht mit grau- bis grünlichgelber Farbe durch. Pleochroïsmus ist an dünnen Schnitten schwach.

An Einschlüssen beherbergen sie Flüssigkeitsporen, mit und ohne Libelle, sowie Glaspartikel; daneben werden Magnetit, Biotit, seltener Perowskit umhüllt.

Der Augit widersteht der Verwitterung sehr lange, immer überdauert er Melilith, Olivin, Nephelin. In stark umgewandelten Gesteinen polarisiert er fleckig; bei weiter fortgeschrittener Zerstörung wird er durch Opal oder Calcit pseudomorphorisiert.

Melilith.

Melilith, der am leichtesten verwitterbare Bestandteil der untersuchten Gesteine, ist auch in den frischesten, kleineren und grösseren Auswürflingen fast ausnahmslos zerstört. Trotzdem können seine Pseudomorphosen an der wohl entwickelten Krystallform und an den erhaltenen Einschlüssen gut erkannt werden.

In den glasigen Lapilli begegnet man äusserst scharf begrenzten achtseitigen Tafeln (100), (110), (001), (vgl. Taf. I, Fig. 3 und 6). Seltener sind kleine (001)-Schnitte, welche ausser dem Prisma II. Art ein biquadratisches Prisma besitzen (vgl. Taf. I, Fig. 4). Der Winkel zwischen (100) und den Flächen dieser Form gemessen an einigen guten Basalschnitten beträgt 163—160°. Wir haben demnach die an makroskopischen Melilithen schon bekannte Fläche (310) vor uns, für welche der entsprechende Winkel 161°34′ sein muss. Zu den genannten (001)-Tafeln gehören an Zahl natürlich weit überwiegend, längliche, gewöhnlich sehr scharfe Rechtecke; Einbuchtungen an ihren kurzen Kanten weisen auf skelettartige Ausbildung der Prismenflächen hin (vgl. Taf. I, Fig. 5). Der Melilith bildet also in den untersuchten Gesteinen dünntafelige Krystalle, bei welchen das Verhältnis der Dicke zur Breite durchschnittlich 1 : (6—10) ist, ein Verhältnis, wie es beim Nephelin, dessen frische

oder verwitterte Längsschnitte man mit Melilith verwechseln könnte, nicht vorkommt.

Die Dimensionen sind sehr verschieden. In glasigen Partikeln kann die mittlere Grösse bis zu 0,037 × 0,006 mm herabsinken. In benachbarten Auswürflingen des gleichen Schliffes liegen dagegen durchschnittlich doppelt so lange und dicke Tafeln. Unzweifelhaft sind die Individuen grösser in den voluminöseren Auswürflingen, als in den Aschen und vulkanischen Sandkörnchen. Für die Basalte giebt U. Grubenmann[1]) (0,087 bis 0,15) × (0,2 bis 0,27) mm an. Sogar im gleichen Glaslapilli wechselt die Grösse meist sehr stark. Hier können mikrolithische Täfelchen so dünn werden, dass sie das gelbe Glas nur schwach zu erhellen vermögen und nur die scharfen Umrisse ihre Existenz beweisen. Die Durchmesser kleinster Basisflächen gehen bis zu 0,013 mm herunter. Bei solchen Mikrolithen ist oft nur (100) neben (001) vorhanden, weshalb die Basalschnitte vollkommen quadratisch erscheinen. In den Bomben, wo die Grundmasse sich kristallin entwickelt, sind die Formen unscharf, corrodiert. Namentlich sind aber deutlich achtseitige Tafeln und schön rectanguläre Querschnitte in den Basalten selten. Hier zeigen die Basisflächen rundliche, lappige Formen und auch die Querschnitte sind stark angegriffen und nur noch unvollkommen rechteckig (vgl. U. Grubenmann[2]) und A. Stelzner[3]).

Bei den Melilithen der Basalte und grösseren Auswurfsmassen kann man unzweifelhafte Neigung erkennen, sich mit ihren (001)-Flächen parallel zu lagern. Dieses Bestreben zeigt sich jedoch in der schönsten Weise auf den Tafeln der glasigen Partikel. Ausser eingeschlossenen Augiten und Magnetiten bemerkt man häufig auf den scharfen Oktogonen zahlreiche mikrolithische, achtseitige bis fast quadratische Täfelchen von Melilith, deren Umrisse bald den Prismenkanten der Unterlage parallel gehen, bald wirr gelagert sind (vgl. Taf. I, Fig. 3 u. 6). Einige Male wurde schiefwinklige Durchkreuzung zweier Querschnitte beobachtet.

---

[1]) loc. cit. pag. 8.
[2]) loc. cit. pag. 8.
[3]) A. Stelzner, Ueber Melilith und Melilithbasalte L. J. B.-B. 1882. II pag. 369—387.

Spaltbarkeit wie gewohnt und an frischen Querschnitten leicht erkennbar. Schwach grünlich-gelbe Färbung, hoher Brechungsexponent und sehr niedrige Doppelbrechung sind bekannte Eigenschaften.

Alle Tafeln von nicht zu geringen Dimensionen lagern parallel ihren (001)-Flächen, seltener parallel den Prismen, zahlreiche, fast immer scharf begrenzte, hellgrünlichgelbe, langsäulige Augitchen ein. Auf der Basis liegen sie gewöhnlich zentral, wirr durcheinander und ordnen sich nur hin und wieder parallel den Prismenkonturen. Daneben sind gerne Magnetit, auch Perowskit eingeschlossen und neben den kleinen, aufgelagerten Melilithtäfelchen begegnet man auf der Basis nicht selten kleinen Nephelinschnitten.

Auch da, wo die Glasmasse fast keinen Augit ausgeschieden hat, findet sich dieses Mineral reichlich im Melilith. Dieser Umstand könnte ein Hinweis darauf sein, dass wir es hier nicht mit einer zufälligen Vergesellschaftung zu thun haben. Es scheint unmöglich, dass der Melilith aus der augitarmen Umgebung so viele Säulchen zu sich herangezogen hat. Neben Glaspartikeln, wo die Melilithe Augit eingeschlossen enthalten, giebt es solche, auf deren (001)-Flächen das Augitgewebe noch nicht angesiedelt ist. Die Erstarrung vieler Auswürflinge fiel also gerade in die Zeit der Umhüllung und wir müssten auch Schnitte erwarten, wo die Augitmikrolithen auf ihrem Wege zum Melilith fluidal fixiert worden wären. Dies wurde aber nie beobachtet. Wahrscheinlich trat, sobald die Melilithtafel eine bestimmte Dicke erreicht hatte, in ihrem Krystallisationshofe Uebersättigung für Augit ein, der dann in Mikrolithen sich ausschied und den Melilith als Unterlage benutzte. Dadurch erreichte der Ca O-Gehalt des umgebenden Magmas wieder die nötige Höhe, um den Melilith zum Weiterwachsen zu veranlassen.

Charakteristisch für Melilith ist seine Mikrostruktur. Die Krystalle der massigen Basalte lassen die bekannte Pflockstruktur in guter Ausbildung erkennen.

Nirgends erwähnt fand ich die ausserordentlich schöne Zonarstruktur, welche die in klare, farblose, isotrope Masse umgewandelten Krystalle in den Auswürflingen zeigen. Es giebt Basistafeln von 0,5 mm Durchmesser, welche auf einem Drittel ihrer Breite

8 Zonen haben; ihre Zahl kann über 20 gehen (vgl. Taf. I, Fig. 3 und 8). Ist nun diese Struktur erst durch die Verwitterung entstanden, dem Pseudomorphosenmateriale eigentümlich? Weisen also die Zonen auf etappenweise, vom Rande gegen das Innere fortschreitende, durch Unterbrüche getrennte Verwitterung hin, oder war diese Struktur schon vorhanden und ist durch die Zersetzung erst deutlicher geworden? Mehrfach wurde beobachtet, dass auch in Schliffen, wo die Umrisse der Melilithe durch Korrosion gelitten hatten, die Konturen der (001)-Tafeln also nicht mehr scharf waren, die einzelnen Zonen doch durch in scharfen Ecken zusammenstossende Linien dargestellt wurden. Hier ist die Krystallform an den Zonen besser als an dem zerstörten Rande erkennbar. Wären die Zonen durch etappenweise Verwitterung von den Rändern her entstanden, so müssten sie diesen parallel gehen, könnten nicht so schön acht- oder zwölfseitig sein. Offenbar kommt ein verborgener Wechsel in der Zusammensetzung des Melilithkrystalls, bei der Dünnheit der einzelnen Schichten, bei der schwachen Färbung und der niederen Doppelbrechung des Minerals erst bei der Zerstörung zum Vorschein. Es versteht sich dabei von selbst, dass der beschriebene Bau nicht immer in dieser typischen Weise aufgedeckt ist. Auch in den glasigen Lapilli ist an den rechteckigen Querschnitten meist nur Querstreifung entwickelt, in andern Fällen nur Längslamellierung. Die Natur der isotropen Pseudomorphosensubstanz liess sich nicht feststellen.

In den untersuchten Basalten verwittert der Melilith in feinfaserigen Zeolith, der mit weissgrauer Farbe polarisiert. Seltener kommt Calcit als Füllmasse zerstörter Melilithe vor.

Der verschieden grosse Reichtum der Glaspartikel an diesem Minerale, die verschiedene mittlere Grösse der Individuen weisen darauf hin, dass zur Zeit der Trennung des Magmas in die einzelnen Auswürflinge die Melilithbildung sicher noch nicht vollendet war, wahrscheinlich erst oder noch nicht einmal begonnen hatte. Glaspartikel, die mit Melilithtäfelchen und dünnen Querschnitten ganz besetzt sind, hätten sich niemals zu einem Gesteine mit wenigen, aber dicken Tafeln, wie den Basalten, entwickeln können, auch wenn die Weiterkrystallisation nicht unterbrochen worden wäre. Die vielen mikrolithischen Individuen beweisen, dass bei ihrer Bildung plötzliche, starke Uebersättigung (durch raschen

Temperaturverlust beim Auswurf) eintrat, so dass die Melilithausscheidung gleichzeitig an vielen Punkten begann, die einzelnen Krystalle aber nur klein wurden. In den grösseren Auswürflingen und in den Basalten selbst, wo der Wärmeverlust langsamer geschah, schieden sich zuerst nur an wenigen Stellen, wo die Uebersättigung hinreichte, Melilithe aus. Weitere Abkühlung rief nur Weiterwachsen an diesen Attraktionszentren, aber nicht Neubildungen, hervor. Die rasche Erstarrung der glasigen Partikel erklärt auch die Auflagerung der kleinen Melilithe auf die grössern (001)-Tafeln. Statt dass die Melilithmoleküle sich hier zu einem Krystall zusammenscharten, entstanden durch zu rasche Uebersättigung in der Umgebung des Hauptindividuums zahlreiche Kryställchen, welche an jenes anschossen.

Nephelin.

Der Nephelin kann in frischeren Auswürflingen mit Sicherheit neben dem Melilith nachgewiesen und von ihm unterschieden werden. In den besten Formen und auch in der grössten Menge findet er sich in den Bomben vom Hohenhöwen.

Neben scharfen Sechseckchen bemerkt man da nahezu quadratische Längsschnitte. Die Breiten der Hexagone und der kurzen Rechtecke entsprechen der Dicke der Melilithtafeln. In den Glaspartikeln der Tuffe kann er bis zu winzigen Dimensionen verfolgt werden. An deutlich erkennbaren, scharfen Querschnitten wurden Durchmesser bis zu 0,002 mm gemessen; quadratische Längsschnitte von gleichen Dimensionen liegen daneben. Oefter sind, wie erwähnt, die Kryställchen auf Melilith aufgelagert, legen sich aber auch nicht selten mit ihren Prismenflächen aneinander. Spaltbarkeit ist an den winzigen Krystallen nicht erkennbar.

Sowohl frisch, wie verwittert sind die Schnitte farblos, wasserklar durchsichtig, mit niederem Relief. Frische Längsschnitte besitzen weissgraue Polarisationsfarben. Der negative Charakter der Krystalle lieferte eine weitere Stütze für die Bestimmung dieses Minerals.

Der Nephelin umschliesst zentral gehäufte oder unregelmässig verteilte Augitmikrolithen und vereinzelte Magnetitkörner.

Nur in den Bomben und Basaltbrocken der Agglomerate hat er, neben vollständig zersetztem Melilithe, seine Frische bewahrt;

in den Auswürflingen der Tuffe wurden seine Schnitte durch isotrope, klare Masse ersetzt.

In diesen Lapilli sind neben den vielen Melilithen Nephelinkryställchen verhältnismässig spärlich.

In den Bomben, namentlich den grösseren, überwiegt er jedoch den Melilith an Individuenzahl weit und wird dort auch an Masse nicht hinter ihm zurückstehen. In den Basalten wurde seine Verbreitung von U. Grubenmann[1]) dargethan. Neben wohl entwickelten Krystallen fand er ihn als mageres Cement zwischen den anderen Gemengteilen.

Am besten konnte ich diese Füllmasse in einem sehr frischen Gangbasalte des Hohenhöwen beobachten. Hier liegt neben ziemlich unversehrten Melilithrechtecken, von schwach gelblicher Farbe, hoher Brechung und sehr niederer Doppelbrechung ein wasserklarer Kitt, bei gewöhnlichem Lichte strukturlos; bei gekreuzten Nicols in rechteckige oder sechsseitige Teilchen zerfallend. Das Relief der Masse ist viel niederer als dasjenige des Meliliths, Doppelbrechung dagegen höher. Wo deutliche Leisten durch die Polarisation aufgedeckt werden, fällt ihre Längsrichtung mit der Axe maximaler Elasticität zusammen.

Die sechsseitigen Formen zeigen keine Einwirkung auf das Roth I. Ordnung. Offenbar ist diese Füllmasse auf Nephelin zu deuten. Der grosse Reichtum an krystallographisch-begrenzten, unzweifelhaften Nephelinen in den Bomben ist eine weitere Stütze dieser Ansicht.

In den Basalten wird diese Fülle gewöhnlich in Zeolithe verwandelt; doch wurden dort die Verwitterungserscheinungen nicht genauer verfolgt.

b) Beschreibung der einzelnen Vorkommnisse.

Die Tuffe des Osterbühls bei Leipferdingen.

Aus dem dunklen, braungrauen, grob- und feinkörnigen Gesteine können die einzelnen Auswürflinge nicht isoliert werden, gleichen aber in Form und Grösse den unten zu beschreibenden Lapilli im

[1]) U. Grubenmann, loc. cit., pag. 17.

Tuffe des Burgstalls an der Höwenegg. Sie brechen muschelig, sind fettig-glänzend und schwarzbraun gefärbt.

Unter dem Mikroskope ist ihre Glasmasse nur noch teilweise frisch, weingelb, klar durchsichtig, hin und wieder von Sprüngen durchsetzt.

Von den Mineralien ist nur der Augit, seltener auch der Olivin, neben den Erzen noch frisch. Resorptionserscheinungen fehlen, welcher Umstand, neben der Klarheit des Glases, die Bestimmung der Mineralien erleichtert.

Die winzigen Kryställchen bis makroskopischen Individuen des Olivins scheinen gleichmässig in allen Glaspartikeln verteilt zu sein. In der Quantität des Magnetits, des Augits und des Meliliths entdeckt man bei näherem Zusehen bedeutende Unterschiede. So schwanken die Menge und die durchschnittliche Grösse der Melilithe in den einzelnen Glaspartikeln. Augit von den Dimensionen der grösseren Krystalle in den Basalten ist nur spärlich vorhanden. Fast immer herrscht Melilith gegenüber Augit vor (umgekehrt wie in den Basalten); in andern Lapilli tritt jedoch der Melilith zurück und Augitsäulchen nehmen seinen Rang ein. Auch grosse, schon makroskopisch wahrnehmbare Augitkrystalle finden sich. Ueberdies tritt in der Glasmasse vieler Auswürflinge monosymmetrischer Pyroxen als mikrolithische Bildung auf und zwar kann diese von ihm und von kleinen Magnetiten dicht besät sein. Das verschiedene mikroskopische Aussehen der Lapilli wird aber namentlich durch die ungleiche Menge des letztgenannten Minerals, des Magnetits, bedingt. Neben den gewohnten Krystallen erkennt man öfters eine zweite Erzgeneration, welche mit der ersten Krystallisation bald durch Uebergänge verbunden ist, bald als winzige Körnchen von jener sich scharf unterscheidet.

Die Menge des Glases wechselt in den einzelnen Auswürflingen. Viele Basaltkörner bestehen vorwiegend aus Glas, während es in grösseren Auswürflingen nur die spärlichen Lücken zwischen den Krystallen ausfüllt.

In dem erstarrenden Glase haben sich rundliche Poren gebildet, in der Quantität gegenüber der Gesteinsmasse zurücktretend und nachträglich mit Verwitterungsprodukten ausgefüllt. Wo die Porenwände nicht angewittert sind, beweist der scharfe Rand, dass sie vollkommen glatt waren.

Die verwitterten Auswürflinge sind unter dem Mikroskope grau, durchscheinend oder undurchsichtig schwarz und sehen wie gedunsen aus. Die Krystalle haben ihre Formen verloren, und die mikrolithischen Bildungen können nicht mehr erkannt werden. Bei höherem Verwitterungsgrade werden auf diese Weise zerstörte Lapilli selbst wieder in das Bindemittel des Tuffes verwandelt. Häufig aber ist die Umwandlung des Glases in den Kitt eine direkte. Dabei stellt sich in dem klaren Glase zuerst eine braunkörnelige Trübung ein, das Gefüge wird lockerer und Carbonat erscheint in dem sich auflösenden Glase.

Der Kitt ist in vielen Fällen dieses gelbgrüne oder graue Verwitterungsprodukt, hie und da mit Krystallresten und Ueberbleibseln von Glasteilchen gemengt. Ausserdem, und oft aus jenem Verwitterungsprodukte durch Entfernung aller färbenden Bestandteile entstanden, kommt ein grobkörniger, sehr reiner Calcit als Bindemittel vor. Makroskopisch kann man leicht beide Arten der Verkittung unterscheiden. Rein weisser Calcit ist namentlich den Interstizien des groben Tuffes eigen. Die ersterwähnte u. d. Mikr. gelblichgraue, durchscheinende Substanz wird makroskopisch als bräunliche, von den Lapilli nicht scharf trennbare Masse erkannt. Opal als Verwitterungs- und Verkittungsprodukt ist spärlich.

Hin und wieder wird das Glas auch in eine gequollen erscheinende Substanz, mit tiefer nuanciertem Gelb als bei Glas, umgewandelt. Diese ist isotrop, kann aber auch mit Serpentin gemengt sein. Ein Vergleich mit dem Palagonit in dem bekannten Tuffe von Militello auf Sizilien ergiebt vollständige Uebereinstimmung. An Einschlüssen (sedimentären wie krystallinen Teilchen) ist der Tuff stellenweise reich. Nur die krystallinen Gesteinsbröckchen finden sich in den Lapilli selbst.

Die Tuffe der Höwenegg.

A. Burgstall an der Höwenegg.

Dieser dunkelgraue Tuff wird zusammengesetzt aus unregelmässig-rundlichen Auswürflingen von der Grösse einer Haselnuss bis zu mikroskopischen Dimensionen. Schwarz gefärbt mit rauher Oberfläche sind die Teilchen auf den Bruchflächen matt und nur bei frischem Gestein fettig glänzend.

Die mikroskopische Betrachtung ergiebt auffallende Uebereín-

stimmung mit den Tuffen des Osterbühls. Wie dort kommen, neben verwitterten Auswürflingen, solche mit erhaltener Glasbasis vor. Der Mineralbestand und die Verwitterung der Krystalle sind gleich. Die serpentinisierten Olivine von 0,02 mm bis über 5 mm Länge und zerstreute 1 mm lange Augite, neben mikrolithischen Kryställchen, sind scharf begrenzt. Ganz besonders fesseln auch hier die schönen, wohlentwickelten Melilithe und Nepheline das Interesse. Die durchschnittliche Grösse des Melitiths, wie des Augits, ist bedeutend geringer als im massigen Basalt der gleichen Lokalität, während in den Mengen und Ausbildungsarten des Olivins und des Perowskits keine Unterschiede vorhanden zu sein scheinen.

Bei genauerem Zusehen schwankt auch in diesen Auswürflingen der Reichtum an krystallinen Produkten, die beiden letztgenannten Spezies ausgenommen. Gewöhnlich ist Melilith vorwiegend ausgeschieden; daneben kann die Glasmasse fast frei von Pyroxenen sein, oder aber sie ist mit winzigen Augitchen ganz durchspickt. Wieder in anderen Auswürflingen tritt neben grösseren Individuen dieses Minerals der Melilith zurück. Die Thatsache, dass der Magnetit zwei Generationen bildet, ist an diesem Orte ebenfalls zu beobachten. Auch in den Kuppenbasalten der Höwenegg muss noch in der Effusionsperiode ein Teil des Eisengehaltes als Magnetit ausgeschieden worden sein. Darauf weisen partielle und totale Umhüllungen gut begrenzter Augite durch grosse Magnetitkörner hin (vergleiche Taf. I, Fig. 1).

Das Glas stimmt in Klarheit und Farbe mit demjenigen des Tuffes vom Osterbühl vollkommen überein. Die Poren sind im Vergleich zur Gesteinsmasse zurücktretend, meist rund, aber auch unregelmässig. Ausgefüllt werden sie teils durch Calcit, teils durch Serpentin, welch letzterer auf der Porenwand einen radialfaserigen Beleg bildet. Auch Opal als Füllmasse wurde gesehen.

Die Verwitterung wandelt die Auswürflinge in der gleichen Weise wie am Osterbühl um. Bildung von dunkelgelbem, gequollenem Palagonit ist untergeordnet. Gewöhnlich büsst das Glas seine Durchsichtigkeit ein, wird trüb grau oder schwarzbraun und geht so in den braungrauen, calcitischen Kitt über. Lücken dieses Bindemittels werden durch reines, grobkörniges Carbonat ausgefüllt. In einzelnen Abänderungen des Tuffes ist die calcitische Verkittung so locker, dass die einzelnen Auswürflnge

herausgelesen werden können. Gewöhnlich bilden sie aber mit dem Bindemittel ein einheitlich brechendes Ganzes. Im Tuffe sind, neben den bereits angeführten Schnecken, massenhaft Kalkbröckchen eingeschlossen. Fremde krystalline Gesteine finden sich ebenfalls, bald in, bald neben den Lapilli. Im ersten Falle lassen sie deutliche Hitzwirkungen erkennen.

B. Tuffe der Grube zwischen den beiden Ruinen.

In dem stark verwitterten Gesteine sind nur wenige Auswürflinge schwarzgrau wie in den oben beschriebenen Tuffen. Fast alle haben braune Farbe. Lapilli von 1 cm Durchmesser dürften die grössten sein; kleinste Körner, mit unversehrten Umrissen, sinken bis zu 0,2 mm Durchmesser herab.

Das Mikroskop deckt starke Unterschiede in der Beschaffenheit der einzelnen Auswürflinge auf. Neben kompakteren, auch in ihrer krystallinen Entwicklung an kleine Bomben erinnernden Bröckchen, erblickt man solche mit runden, spärlichen Poren, wie dies in den Auswürflingen des Tuffes vom Burgstall gang und gäbe ist. Durch Uebergänge sind diese wieder mit schaumig, bimssteinartig aufgeblasenen Partikeln verknüpft, bei denen die Glasmasse im Schliff stellenweise an lockeres Zellgewebe erinnert. In solchen Auswürflingen wurden beim Wachsen benachbarter Poren die trennenden Wände zu feinen Häutchen ausgezogen, deren Dicke bis zu 0,004 mm herabsinkt. In so ausgedehntem Glase ordnen sich die Krystalle fludial an, Säulchen und Täfelchen legen sich der Wandung parallel, grössere Körner rufen knotige Verdickungen im Glase hervor.

Die Mineralien sind stark verwittert. An Stelle der Olivinsubstanz hat sich grobkörniges Carbonat gesetzt. Nicht selten sind in der neuen Füllsubstanz die Magnetit- und Perowskitgäste erhalten geblieben. Auch den in der Grösse wechselvollen Augit hat die Zersetzung oft ergriffen und zerstört. Es ist begreiflich, dass bei dieser hochgradigen Verwitterung die Anwesenheit des Nephelins nicht mit Sicherheit bestimmt werden konnte. Der verwitterte Melilith hingegen ist fast immer in gewohnter Schärfe noch erkennbar. Bald wurde seine Substanz in graufleckig-polarisierende Zeolithe umgewandelt, bald ist sie durch Opal oder durch

Carbonate ersetzt. Seine rechteckigen Schnitte sind höchstens quergestreift, eigentliche Zonarstruktur ist nicht vorhanden.

Die Menge der Mineralien schwankt bedeutend in den verschiedenen Auswürflingen. Durchschnittlich sind die Lapilli, namentlich die schaumig-glasigeren, krystallärmer als in den andern Tuffen. In solchen Glaspartikeln fehlt meist die reichliche, mikrolithische Augitbildung; nur feiner Magnetitstaub bestreut neben den gewohnten, grösseren Krystallen das Glas. Daneben liegen kleine Auswürflinge, welche in der Krystallentwicklung den mittelkristallinen des Burgstalls ähnlich sind. Alle Uebergänge verbinden diese wieder mit Bömbchen, in denen die Stelle des braunen Glases von einem reich mit Magnetitkörnchen bestäubten Augitfilz eingenommen wird.

Wo die Lapilli des Tuffes nicht in die undurchsichtige, braunschwarze oder trübgraue Masse zersetzt wurden, ist das ziemlich klare, isotrope Glas eigentümlich orange bis rötlichbraun gefärbt, wie es sonst nicht beobachtet wurde. Nur an einer Stelle ging diese Farbe in das klare Weingelb des Glases der frischen Auswürflinge vom Burgstall über. Die braune Färbung scheint also eine Verwitterungserscheinung zu sein.

Als Kitt dient ein reiner, sehr grobkörniger, makroskopisch weisser Calcit.

Hohenhöwen.

A. Tuffe.

Als Tuffe sind hier die Gesteine mit innig verkitteten Auswürflingen von geringen Dimensionen zusammengefasst. Komponenten und Bindemittel bilden gewöhnlich ein einheitlich brechendes Ganzes.

Die grossen Unterschiede im Aussehen werden durch die verschiedenen Dimensionen der Partikel, die verschiedene Art der Verkittung und den verschiedenen Verwitterungsgrad bedingt. Frischester Tuff ist grauschwarz; durch die Verwitterung blasst die Farbe zu grünlich-grauen Tönen ab, oder das Gestein wird limonitisch braun. Der Bruch ist verschieden, uneben oder muschelig; feinkörniger Tuff zerfällt leicht in eckige Bröckchen.

Die Grösse der Lapilli schwankt von mikroskopischen Dimensionen bis Haselnussgrösse. Wie die Betrachtung von blossem

Auge und das Mikroskop lehrt, sind ihre Formen unregelmässig-rundlich. In vielen Fällen ist die ursprüngliche Gestalt durch atmosphärilische Zersetzung verloren gegangen. Auch richtig bimssteinartige Stückchen kommen vor; spärlich sind hingegen tropfenähnliche oder geflossen aussehende Partikel.

Von Mineralien können makroskopisch gewöhnlich nur zersetzte Olivine, seltener kleine Augite wahrgenommen werden.

Unter dem Mikroskope ist die Zusammensetzung und Ausbildungsart der Mineralien die gewohnte; auch hier gilt die Thatsache, dass Perowskit, Spinell und gut begrenzte Olivine gegenüber den vorher beschriebenen Tuffen, sowie in den einzelnen Lapilli, keine Unterschiede aufweisen. Differenzen bestehen jedoch im Magnetit-, Augit- und Nephelingehalt der einzelnen Auswürflinge. Diese Differenzen sind aber etwas schwieriger zu erkennen als früher, da die Gesteine durchweg stärker umgewandelt wurden, als am Osterbühl und am Burgstall der Höwenegg.

Aus einer grösseren Zahl von Schliffen scheint hervorzugehen, dass Augit reichlicher ist, als in den vorbeschriebenen Tuffen, und Melilith in den glasigen Lapilli vielleicht etwas zurücktritt. Neben Glasteilchen mit nahezu fehlendem Augit kommen solche vor, in denen seine Krystalle an Grösse, wenn auch nicht an Zahl, den porphyrischen Ausscheidungen der Bomben gleichkommen. Daneben finden sich auch winzige Mikrolithen im Glase und vereinzelte, makroskopische Krystalle. Die Partikel sind arm an Melilith, enthalten ihn in zahlreichen, kleinen oder vereinzelten, grösseren Krystallen. Nephelin ist in wohlbegrenzten Kryställchen vorhanden, scheint aber öfters durch die Verwitterungsprodukte verdeckt zu werden. Das, sicher nirgends mehr frische Glas ist gewöhnlich grün, aber auch braun in verschiedenen Nuancen. Niemals ist es so klar wie in den beiden erstbeschriebenen Tuffen. Seine Menge ist verschieden. Einzelne Auswürflinge bestehen vorwiegend daraus; in andern ist es mit winzigen Augitchen und Melilithen besät und hin und wieder lässt ein Lapilli, gleich den Bomben, keine Spur von Glas mehr erkennen. Geradezu körnig entwickelte Partikel sind vermutlich schon verfestigter Basalt gewesen und ausgeworfen worden. Wenn auch isotrop, ist das Basaltglas doch unrein, angewittert. Die Verwitterung führt die Lapilli gewöhnlich in

schwarzbraune oder graue, gequollene, trübe Massen, seltener in Serpentin über.

In feinkörnigen Tuffen können Kitt und Aschenkörner makroskopisch nicht auseinander gehalten werden. Die Cementierung der Lapilli geschieht bald durch weissen, körnigen Kitt, bald durch gleichgefärbten Opal, oder durch die graubraune Verwitterungssubstanz der Auswürflinge. In den Hohlräumen der Tuffe und weiter unten zu beschreibenden Schlacken trifft man radialstrahlige Büschel nadeliger, bis 2 cm langer Aragonitkryställchen, deren Durchmesser bis 0,01 mm herabsinkt. Begrenzung in der Prismenzone durch (110), (010).

Unter dem Mikroskope erscheinen die Verwitterungs-, resp. Kittsubstanzen nicht selten zonar an die Lapilli abgesetzt. So kann sich an die Auswürflinge ein breiter, opalgemengter Calcitmantel legen; die vorhandenen Lücken werden von reinem Opal ausgefüllt, der nach allen Richtungen von feinen, radialstrahligen, geraden Risschen durchsetzt wird[1]). In feinkörnigen oder in den trübbraunverkitteten Tuffen ist das Bindemittel unter dem Mikroskope wenig lichtdurchlässig, calcitisch und, wie beschrieben, aus der Zersetzung von Glaspartikeln hervorgegangen. Nur in einem Präparate wurde in den Porenräumen und teils als Kitt dienend, frei oder im Calcit liegend, langsäuliger Natrolith bemerkt. Die locker radialgruppierten Säulchen sind an den Enden durch eine kurze Pyramide begrenzt, quer gegliedert, weniger deutlich längsgestreift, besitzen niederes Relief und graue Polarisationsfarben. Die Längsrichtung ist Axe kleinster Elasticität. Die Krystalle sind nach einer Prismenfläche verzwillingt. Schwach bräunlicher Aragonit, als Bindemittel und als Pseudomorphosenmineral von Olivin, wurde gleichfalls gesehen.

Wie schon im geologischen Teile hervorgehoben wurde, sind massenhaft Kalkbröckchen im Tuff eingeschlossen. Krystalline Trümmer sind mikroskopisch reichlicher als makroskopisch.

---

[1]) Es lässt sich hieraus auf den Gang der Verwitterung schliessen. Die innerste opalgemengte Calcitschicht dürfte dem am leichtesten verwitterbaren Melilith zuzuschreiben sein. Der Rest von Opal entstammt der Kieselsäure der anderen zerstörten Substanzen. Die übrigen chem. Bestandteile stecken entweder noch in den Lapilli oder wurden ganz weggeschafft.

B. Bomben.

Wie schon im geologischen Teile erwähnt wurde, steht an der südlicheren der beiden grossen Rutschhalden des Hohenhöwen ein Bombenagglomerat an. Die Oberfläche der kartoffelähnlichen Auswürflinge zeigt keine bemerkenswerte Struktur und ist durch einen limonitischen Ueberzug gelbbraun gefärbt.

Je nach der Frische ist das Gestein braunschwarz bis schwarz. im besterhaltenen Zustande etwas fleckig glänzend, sonst matt.

Wegen der ähnlichen Zusammensetzung sind bei der Beschreibung der mikroskopischen Verhältnisse auch die eckigen, kompakteren Basaltbrocken aus andern Agglomeraten herbeigezogen worden.

Auf der schwach porösen Bruchfläche erkennt man frische oder zersetzte Olivine, oder sieht schwarze Augitchen aufflimmern. Nur in den Zentren grösserer Bomben ist der Olivin noch frisch; solche Krystalle lassen oft den Beginn der Resorption an ihren fransigen Konturen und an rundlichen Einbuchtungen wahrnehmen. Gewöhnlich besitzt er jedoch noch scharfe Formen. Ueber die Verwitterung dieses Minerals und ihre mannigfachen Produkte vergleiche man seine Beschreibung. Zum Teil mit Olivin verwachsen, zum Teil frei liegend, finden sich Spinell und reichlicher Perowskit. Wohlgeformte Augite treten gleichmässig von der Grösse derjenigen der Basalte auf. Die Melilithe, kleiner als dort, haben scharfe rechteckige Schnitte, während die achteckigen Basisflächen in grossen Bomben Rundung erkennen lassen. Bei der Verwitterung dieses Minerals wird seine Zonarstruktur hin und wieder deutlich.

Die genannten, grösseren Mineralindividuen liegen in einer etwas trüben, grauen Grundmasse, in welcher vor allem enorme Mengen winziger Magnetitkriställchen auffallen. Deutlich lässt sich bei dieser zweiten Erzgeneration erkennen, dass sie in kleineren Bomben feinkörniger ist. Ein wichtiger, in der Menge anscheinend variabler Bestandteil der Grundmasse ist der Nephelin. Nur wo er noch frisch ist, kann sein Vorhandensein erkannt werden. Die Hauptmasse der Grundmasse wird jedoch von Augit gebildet. So löst sich bei einer grossen Bombe bei 170-facher Vergrösserung der Rest der Grundmasse in einen lockeren Filz von kurzen Augitchen auf. Sicheres Glas ist nicht zu bestimmen; wenn ursprünglich vorhanden. muss es spärlich gewesen sein. Die gleiche Grundmasse wieder-

holt sich bei Basaltbrocken von kleinerem Durchmesser. Doch sind hier die Pyroxene so klein, dass sie erst bei 660-facher Vergrösserung und dann nur an den dünnsten Stellen unterscheidbar sind. Präparate durch ergossenen Basalt bedürfen höchstens 220-facher Vergrösserung, um allen Augit deutlich erkennen zu lassen.

Von dem wenig verwitterten, zentralen Teile einer grösseren Bombe wurde (von Dr. M. Dittrich, Heidelberg) eine Analyse angefertigt, die folgende Resultate ergab:

	Basaltbombe vom Hohenhöwen	„Gangbasalt vom Südabhang" nach Grubenmann[1]).
SiO_2	38,86	38,87
TiO_2	2,40	4,79
Al_2O_3	9,58	11,94
Fe_2O_3	7,02	4,02
FeO	4,34	6,0
Cr_2O_3	—	3,06
CaO	12,54	10.87
MgO	15,60	15,24
K_2O	1,79	1,64
Na_2O	3,28	2,59
P_2O_5	0,55	Spuren
Glühverlust	3,75	*
	99,71 %	99,02 %

Wie man aus den obigen Zahlen ersieht, stimmen beide Gesteine in der chemischen Zusammensetzung im allgemeinen überein. Der Titansäuregehalt ist in den Bomben etwas niedriger; Eisenoxyd herrscht gegenüber dem Oxydul, was sich durch den stärkern Eingriff der Atmosphärilien leicht erklärt. Na_2O scheint in ihnen infolge grösseren Nephelinreichtums etwas stärker vertreten zu sein, als im Gesteine der Gänge.

Die Bomben sind schwach porös, die unregelmässig geformten Hohlräume ganz oder teilweise mit Verwitterungsprodukten ausgefüllt. So können sich an die Porenwände zuerst Calcitkörner anlehnen, die von rotbraun-durchsichtigem Eisenerz bedeckt sind. Der Rest ist wieder mit Calcit erfüllt. In andern Fällen ragen Opalzäpfchen in die Poren, oder diese sind ganz von ihm ausgekleidet. Auch Serpentin und Calcit kommt in den Poren vor.

[1]) U. Grubenmann, loc. cit. pag. 31.
* 2,87.

Fast in jedem Schliffe begegnet man stark kontaktmetamorphen, krystallinen Einschlüssen, während Schichtgesteinsstückchen nicht gesehen wurden.

C. Porös-schlackige Auswürflinge.

Ueber die Verbreitung dieser rostig-braunen oder grauen, in Grösse und Porosität so unterschiedlichen Gesteine vergleiche man die Schilderungen des geologischen Teiles.

Bei der grossen Angriffsfläche, welche diese Massen der Verwitterung bieten, ist es begreiflich, dass mit Ausnahme des Augits, der Erze und des Perowskits, die Mineralien vollständig pseudomorphosiert sind. So besonders der Olivin, der in den gewohnten Formen auftritt, mit Resorptionen wie in den Basaltbomben. Die Verwitterung ist vollkommen identisch mit derjenigen in jenen Gesteinen. Opal und Eisenerz erfüllen seine Schnitte; selten ist noch etwas vom ursprünglichen Serpentin dabei. Perowskit und Spinelle zeigen nichts Neues. Magnetit findet sich in zwei nicht deutlich getrennten Generationen. Grosse Krystalle sind durch Uebergänge mit kleineren verbunden. Einer der hauptsächlichsten Unterschiede gegenüber den Bomben liegt in der Ausbildungsart des Meliliths. Seine (001)-Schnitte und seine Rektangeln stehen denjenigen der Basalte an Breite und Dicke nicht nach, übertreffen aber diejenigen aller früher beschriebenen Auswürflinge. Nur wo die Grundmasseaugite deutlicher hervortreten, haben die Melilithe ihre Formen eingebüsst. Durch die Verwitterung ist nicht selten die Zonarstruktur, sowohl auf (001) (vgl. Taf. I, Fig. 8), als auch auf dem Querschnitte, sehr schön aufgedeckt worden. Andererseits kommt es nur zur Bildung von feinen Querrissen oder Längsstreifen. Wohlentwickelte Nephelinkrystalle sind unsicher. Augit findet sich in zwei Generationen und zwar gerne zu Gruppen vereinigt. Die grossen Kyrstalle haben die Eigenschaften derjenigen der Basalte, sind aber an Individuenzahl etwas geringer. Daneben wird, wie in den Bomben, die Grundmasse aus verschieden kleinen Augitsäulchen oder Körnchen zusammengesetzt. Was dort über die Unterschiede in der Korngrösse der Grundmassebildungen mitgeteilt wurde, gilt auch hier. Einzelne Schlacken zeigen hierin grosse Aehnlichkeit mit den Gangbasalten, welche noch dadurch erhöht wird, dass auch hier die Grundmasseaugite in einem klaren, farb-

losen Kitt liegen, der allerdings isotrop verwittert ist, im übrigen aber der Nephelinfülle des Basaltes gleicht. In andern, kleineren, porösen Basaltbrocken ist bei gleicher Vergrösserung die Grundmasse eine trübgraue Masse, und nur bei stärkster Vergrösserung lassen sich darin winzige Augite an Farbe und Brechung unterscheiden.

Die rundlichen oder unregelmässigen Poren sind entweder mit einer dünnen Schicht von Verwitterungsprodukten ausgekleidet oder vollständig von solchen erfüllt. Bereits angedeutet wurde, dass auch hier zierliche Aragonitbüschel die Hohlräume erfüllen können. v. Fritsch[1]) führt als Drusenmineralien auch Zeolithe an. Unter dem Mikroskope gliedert sich der Ueberzug der Poren in mehrere Schichten. — Der Porenwand zunächst liegt eine unregelmässige oder aus rundlichen Höckern und Zäpfchen bestehende Opalzone. Darüber befindet sich kugelschaliger Limonit oder limonitgetränkter Opal, dem wieder eine farblose Lage des gleichen Minerals folgen kann, welche hie und da noch von einem limonitischen Ueberzug bedeckt wird. Auch dem Serpentine begegnet man als dünne, kugelschalige, radialfaserige Schicht. — Diese Anordnung ist allerdings nicht immer so regelmässig; es giebt Fälle, wo als Wandbeleg nur Limonit auftritt. Ist der Hohlraum ganz erfüllt, so geschieht es durch Opal, Limonit oder Calcit oder aber auch durch mehrere dieser Mineralien gleichzeitig.

Wie in den Bomben, sind vollständig verglaste, fremde, krystalline Gesteinsbröckchen nicht selten und zwar in den Schlacken eingeschlossen.

D. Basalte.

Nach den Schilderungen des I. Teils tritt der Basalt am Hohenhöwen an der Kuppe (dem ausgefüllten Eruptionsschlote) in zahlreichen, verschieden mächtigen Gängen und in Massen auf, welche als Stromreste zu deuten sind. Zum Vergleiche mit den beschriebenen Auswürflingen stellte mir Hr. Prof. U. Grubenmann seine Schliffe gütigst zur Verfügung. Um noch mehr Anhaltspunkte über den Zusammenhang zwischen Struktur und geologischem Auftreten dieser Gesteine zu bekommen, wurden zudem noch Präparate durch das Salband eines schmalen Ganges,

[1]) v. Fritsch, loc. cit. pag. 659.

ferner von einem zweiten, frischen Gangbasalte und vom Kuppenbasalte angefertigt.

Die mikroskopische Untersuchung ergab, übereinstimmend mit den Mitteilungen U. Grubenmanns[1]), folgendes:

Der Olivin kommt als stark corrodierte Krystalle in grossen Körnern vor.

Beim genannten, schmalen Basaltgange lässt sich der Augit deutlich in Einsprenglinge und feinkörnige Grundmasseausscheidung gliedern, eine Trennung, welche bei den körnigeren Basalten nicht gut ausführbar ist. Da gehen die schönen, grossen Krystalle mit dem beschriebenen Bau in die kleineren Augite über. Wie Grubenmann hervorhebt, haben die Melilithoctogone und die Querschnitte durch Corrosion stark gelitten. Vor allem wurde der Melilith durch die Verwitterung in Mitleidenschaft gezogen. Nur bei einem Gangbasalte wurde dabei Zonarstruktur enthüllt, während sonst bei allen Schliffen durch massigen Basalt nur Querstreifung oder bei sehr frischem Gesteine Pflockstruktur gesehen werden konnte. Ueber Perowskit, Spinell vergleiche man die Beschreibung der genannten Mineralien. Unterschiede zeigen sich im Vorkommen des Magnetits. In vielen Schliffen tritt er als grobklumpige Anhäufungen, nur mager in das Ganze eingesprengt auf. Bei dieser Ausbildung umschliesst er nicht selten Augitkryställchen. Anders im genannten Gangbasalte; hier finden sich neben einzelnen grossen Krystallen zahlreiche Körner gleichmässig in der Grundmasse. Zwischen diesen beiden Ausbildungsarten sind Uebergänge zu verfolgen. Brauner Glimmer, in grossen und kleinen, stark dichroïtischen Lappen ist in allen Präparaten ziemlich reichlich. Neben der zweiten Augitgeneration wird die Grundmasse von einer klaren, frischen Fülle eingenommen, welche, wie beim Nephelin angegeben wurde, als solcher zu deuten ist, gewöhnlich aber nur verwittert vorliegt.

Die Struktur dieser Basalte wird von U. Grubenmann als recht grobmaschig bezeichnet. Und in der That, wenn man das Gefüge der meisten Basalte mit demjenigen der Bomben oder porösen Schlacken vergleicht, so erscheinen sie geradezu hypidiomorph-körnig. Extra- und intratellurische Bildungen gehen in

[1]) U. Grubenmann, loc. cit. pag. 28.

einander über. Beide Krystallisationen sind nur durch den ausgeführten Vergleich zu erschliessen. Diese Scheidung ist jedoch gut bei dem kleinen Gange möglich. Die Struktur dieses Gesteins erinnert an diejenige grösserer Bomben und Schlacken und bildet einen natürlichen Uebergang zwischen dem hypidiomorph-körnigen Gesteine der Kuppen und dem holokrystallin-porphyrischen der grösseren Auswürflinge.

C. Zusammenfassung der Resultate.

Durch die Fossilfunde in den Tuffen des Burgstalls an der Höwenegg hat die Ansicht früherer Autoren, dass die vulkanischen Ausbrüche im oberen Tertiär stattfanden, eine weitere Stütze bekommen.

Ueber die Ausscheidungsfolge der Komponenten liess sich folgendes feststellen:

Magnetit, Apatit, Perowskit und Spinell sind die ersten Mineralbildungen im Magma. Ueber das gegenseitige Alter derselben sind keine Anhaltspunkte vorhanden.

Bei Magnetit wurde eine zweite Krystallisation in der Effusionsperiode festgestellt. Biotit krystallisierte nach Magnetit und Apatit; eine zweite Glimmerausscheidung kann im Basalt des Hohenhöwen nur vermutet, nicht bestimmt behauptet werden.

Olivin folgt allen diesen Bildungen und geht der Krystallisation des Meliliths, Augits und Nephelins voraus.

Die Melilithausscheidung war vor der Zerstäubung des Magmas sicher noch nicht vollendet, hatte wahrscheinlich kaum oder noch gar nicht angefangen.

Schwieriger ist die Frage nach der Zeit der Augitkrystallisation zu beantworten. Nach lose ausgeschossenen, grossen Krystallen müssen sich monosymmetrische Pyroxene schon früh gebildet haben. Das Gros der Krystalle war zur Zeit der Zerstäubung der meisten Magmapartien noch nicht vorhanden. In der Ausscheidungsfolge von Melilith und Augit sind Schwankungen vorhanden. Kurz vor der Erstarrung krystallisierte der Augit nochmals als winzige Kryställchen in den glasigen Partikeln der Tuffe oder als Teil der in verschiedenem Grade krystallinen Grundmasse aus.

Die Nephelinkrystalle und die Fülle dieses Minerals gehören dem Schlusse der Gesteinsgenese an.

Der Krystallisationsort einiger intratellurischer Bildungen liess sich durch diese Untersuchungen genauer präcisieren, als es bis jetzt geschah.

So hat sich der grösste Teil des Meliliths und Augits kurz vor oder nach der Zerstäubung, räumlich also in den oberen Partien des Eruptionsschlotes ausgeschieden. Olivin, der ihrer Bildung vorausgeht, krystallisierte demnach in den tieferen Partien des Eruptionskanales.

Intra- und extratellurische Bildungen gehen ineinander über; ein Hiatus ist hier nicht erkennbar.

Neue Resultate konnten auch über die Ausbildungsart der einzelnen Mineralien ermittelt werden.

Scharfe, mikrolithische Kryställchen, von winzigen Dimensionen, sind bei Olivin, Melilith und Nephelin gefunden worden.

Für Melilith und Olivin gilt die leicht verständliche Thatsache, dass die zuerst ausgeschiedenen Krystalle einfachere Gestalt besitzen, einzelne Flächen beim Wachstum neu entstehen, oder sich stärker entwickeln.

Bei Melilith wurde die petrographisch neue Fläche (310) bemerkt. Von Interesse ist die Auffindung einer Zonarstruktur beim gleichen Minerale, was nichts Auffälliges an sich hat, nachdem die verschiedenen Melilithe als Glieder einer isomorphen Reihe angesehen werden[1]).

Ein grosser Teil der intratellurischen Bildungen wird in der Effusionsperiode existenzunfähig. So werden Olivin und Melilith randlich resorbiert, Biotit und Hornblende zum Teil gänzlich wieder aufgelöst.

Es bestätigte sich ferner die leichte Krystallisierbarkeit der basaltischen Magmen. Gelbliches oder bräunliches Glas findet sich nur bei den kleinsten Auswürflingen; schon in Bomben von 10 cm. Durchmesser konnte ein amorpher Krystallisationsrest nicht bemerkt werden.

---

[1]) Vgl. J. H. L. Vogt, Beiträge zur Kenntnis der Gesetze der Mineralbildung in Schmelzmassen und in neovulk. Ergussgesteinen. Arch. f. math. og. naturv. Kristiania 13. 14.

Die Abhängigkeit der Struktur von der geologischen Erscheinungsform ist deutlich zu verfolgen:

Der Kuppenbasalt darf geradezu als krystallin-körnig bezeichnet werden. Holokrystallin-porphyrisch, mit wechselndem Korne der Grundmasse, sind schmale Gänge und grössere Auswürflinge; in kleineren Bomben war, wenn auch nicht mehr frisch, ein Glasrest bei der Erstarrung geblieben und in den Lapilli und Aschenkörnern kann Glas in der Menge gegenüber den krystallinen Ausscheidungen zurücktreten oder so überwiegen, dass man darin nur spärliche Mineralien erblickt.

Die Verwitterung und die Verkittung der Auswürflinge sind aneinander gebunden. Wie nach der Ausscheidungsfolge lassen sich die Gesteinskomponenten auch nach der Verwitterbarkeit in eine Reihe bringen. Am leichtesten ist der Melilith zerstörbar; nach ihm wird Nephelin von der Verwitterung ergriffen, und diesem folgt der Olivin. Sehr lange widerstehen Perowskit, Spinell, Magnetit und Augit dem Angriffe der Atmosphärilien; auch das basische Glas ist meist sehr widerstandskräftig.

Die Umwandlung der Mineralien ist individuell verschieden. Durchweg erliegen die silikatischen Mineralien bald der Einwirkung der Atmosphärilien; Carbonate, Limonit und Opal gelangen zur Herrschaft.

Calcit, untergeordneter Opal bilden das Cement der Tuffe; selten ist Aragonit und Opal Bindemittel. Zeolithe allein kommen als Kittsubstanz nicht vor.

II. Teil.

Die vulkanischen Auswurfsmassen an den Phonolithkuppen.

Einleitung.

Während die basaltischen Niederschläge nur an den Kuppen selbst sich in grösserer Masse finden, nehmen im Gegensatze dazu, die als Phonolithtuffe cartierten Gesteine ein grösseres Areal ein. Oestlich von der Linie Hohenhöwen-Hohenstoffeln füllen sie die

Mulde zwischen den Vulkanen des phonolithischen und basaltischen Magmas aus und sind gegen Osten noch weit über jenes hinaus als vereinsamte Ueberreste einer grösseren Aschendecke anzutreffen. Frisch von festerem Gefüge als die im I. Teil behandelten klastischen Materialien, lassen sie sich als Hausteine gebrauchen. In den letzten Jahren wurden sie sogar, allerdings nicht mit Vorteil, in der an Werksteinen armen Gegend zum Unterbaue einiger Vicinalstrassen benutzt.

Für die nachfolgenden Untersuchungen war es daher von Vorteil, in älteren und neueren Brüchen nicht nur möglichst frisches Gestein, sondern auch eine grosse Menge Auswürflinge anzutreffen.

Die Verbreitung der „Phonolithtuffe" ist in der Monographie und auf der detaillierten Karte von Dr. Fr. Schalch[1]) angegeben, so dass hier auf jenes Werk verwiesen werden kann. Obwohl von dem Materiale der meisten Lokalitäten Schliffe angefertigt und genau untersucht wurden, sind doch wenige Vorkommnisse geeignet, die Zusammensetzung der stark umgewandelten Auswurfsmassen zu entziffern.

Eingehender studiert wurden die Tuffe aus den Brüchen südöstlich des Hohentwiels, am Heilsberge bei Gottmadingen, beim Hofenacker an der Rosenegg und das Material einer kleinen Tuffgrube ausserhalb Hilzingen gegen Weiterdingen.

A. Geologische Verhältnisse.

Allen Vorkommen ist die bei vulkanischen Aschenabsätzen so verbreitete, unregelmässige Lagerung gemein. Bald ist das Gestein massig, bald in deutliche, auf längere Strecken anhaltende Schichten getrennt; am häufigsten jedoch sind die Flötzchen kurz, keilen bald aus und ihr Streichen und Fallen wechselt oft stark an einem und demselben Anschnitte. Trennung der Auswürflinge einzelner Eruptionen nach Korngrösse und spezifischem Gewichte, also Aufbereitung durch Luft und Wasser, ist erkennbar an dem Uebergange gröberer Partien in feinstkörnige Lagen.

Beim Schwinden der zusammenbackenden Lapilli und Sande entstanden Klüfte, welche das Gestein nach verschiedenen Richtungen durchsetzen und häufig mit Sekretionscalcit bewachsen sind.

---

[1]) Loc. cit.

Die Zerteilung des Tuffes kann so stark und fein sein, dass Proben beim Schlagen bisweilen in kleine, eckige Brocken zerfallen. Sphäroidale Absonderung, verbunden mit kugelschaliger Verwitterung wird schon von Fr. Schalch[1]) erwähnt.

Im frischen Zustande brechen die durchwegs gut verkitteten Tuffe muschelig, bei feinem Korne, uneben rauh, splitterig, wenn die Auswürflinge von Lapilligrösse sind.

Die Farbe der frischen Gesteine bewegt sich in verschiedenen Tönen des Grau: hell- bis dunkelgrau, grünlich bis blaugrau. Oxydation und Wasseraufnahme der färbenden Eisenverbindungen wandelt diese Felsarten in lehmgelbe bis braune, erdige Massen um.

Aus den zu besprechenden Tuffen sind den geologischen Besuchern der Gegend schon lange aufgefallen „runde Kügelchen von Erbsen- bis Haselnussgrösse, die bisweilen dem Gesteine eine ausgeprägte Pisolithstruktur verleihen[2])". v. Fritsch[3]) hielt sie für Melilithbasaltbömbchen, wie neuerdings Cushing und Weinschenk[4]) für einen Teil derselben annehmen. Die „Pisolithe" in den weichen zerfallenden Tuffen des Hohentwiels und Hohenkrähen werden von den letztgenannten hingegen als Konglomerate von vulkanischem Aschenmaterial betrachtet, während A. Penck[5]) diese Gebilde als aus einem Phonolith bestehend bestimmte, der von dem Gipfelgesteine des Hohentwiels ununterscheidbar sei. Bei diesen Unterschieden in der Auffassung war vor allem eine genaue Untersuchung dieser Kügelchen geboten, um so mehr, als bei der schlechten Erhaltung aller zu behandelnden Tuffe solche voluminösere und daher offenbar besser konservierte Bomben, Fingerzeige zur Diagnose des feineren Auswurfsmaterials geben konnten. Ihre Beschreibung soll daher vorausgenommen werden.

In grobkörnigen Lagen können diese Gebilde, gemengt mit fremden Gesteinssplittern, die Hauptmasse des Tuffes ausmachen. Bei ganz inniger Verkittung sind sie schwer von der übrigen Masse zu trennen.

Spärlicher, aber mit jenen ausgesprochen porphyrisch-struierten

---

[1]) Loc. cit. pag. 109.
[2]) Dr. Fr. Schalch, loc cit. pag. 104.
[3]) v. Fritsch, loc. cit.
[4]) Cushing und Weinschenk, loc. cit. pag. 36.
[5]) A. Penck, loc. cit. pag. 544.

Lapilli verwandt, sind mehr eckige, körnige, dunkelfarbige Auswürflinge, welche besonders im Tuffe des Heilsberges, aber auch am Hohentwiel gesammelt werden konnten.

Die Tuffgrube ausserhalb Hilzingens ist durch Phonolitheinschlüsse ausgezeichnet. — Die aufgezählten Einschlüsse gehören offenbar dem ausgebrochenen Magma an, oder sie sind, nach A. Lacroix[1]), homöogen.

Schon in jedem Handstücke fallen dagegen sofort eine Menge Gesteinstrümmer fremden Ursprungs auf. Es sind enallogene Einschlüsse oder Auswürflinge, von verschiedenen Dimensionen, der Form nach eckig oder rundlich. Zum Teil gehören sie den Sedimenten, zum Teil dem krystallinen Gebirge an, welche den Untergrund und die Auskleidung des Eruptionsschlotes bilden. Nicht selten sind die Brocken randlich kontaktmetamorph verändert. Eine Aufzählung der verbreitetsten, krystallinen Einschlüsse, nebst kurzer Charakteristik ihrer magmatischen Veränderungn, sei auf den Schluss verspart. Sogenannte Hornsteinknollen, welche bei der Verwitterung der Tuffe sehr lange erhalten bleiben, verdanken der zerstörenden Thätigkeit der Atmosphärilien ihr Dasein. Von Föhr als glasige Auswürflinge gedeutet, stellten erst Cushing und Weinschenk ihre Natur fest.

B. Petrographische Beschreibung der Tuffe.

1. Lapilli und Bomben.

Die mittlere Grösse dieser Gebilde ist die einer Erbse, doch wechseln die Dimensionen in weiten Grenzen. Man findet Bomben bis zu 10 cm Durchmesser, während sie unter dem Mikroskope bis zu winzigen Dimensionen verfolgt werden können. Besonders im Dünnschliffe erkennt man ihre Häufigkeit und ihre allgemeine Verbreitung.

Die Form ist gewöhnlich annähernd kugelig; oft wird die Gestalt durch einen fremden, zentralen Einschluss bedingt.

Bei nicht zu weit fortgeschrittener Verwitterung sind sie grau in verschiedenen Nuancen vom dunkeln Schwarzgrau bis Hellgrau. Die Atmosphärilien wandeln ihre Farbe in ein limonitisches Braun um.

---

[1]) A. Lacroix, loc. cit. pag. 8.

Bald kompakt, bald durchweg von lockerem Gefüge, scheiden sie sich andererseits nicht selten in eine dichtere Randpartie und einen porösen bis erdigen Innenteil.

In den meisten Fällen wird das Zentrum von einem fremden krystallinen, eckigen Gesteinsfragmente, einem Hornblendeknollen oder -Krystall oder einer Biotittafel eingenommen. Hin und wieder macht der Fremdling die Hauptmasse des ganzen Lapilli aus, das nur als eine dünne Haut seine Form wiedergiebt.

Am Aufbaue dieser Bömbchen beteiligen sich folgende Mineralien:

Magnetit.

Von den Phonolithen, aber auch von den Basalten unterscheiden sich die frischeren Lapilli durch eine bedeutend grössere Erzausscheidung. Wie in den Auswürflingen der Basaltkuppen kann man grössere Magnetitkrystalle (bis 1 mm Durchmesser) von zahlreicheren, kleinen meist schärferen Individuen unterscheiden. Diese zeigen bisweilen eine eigenartige Verteilung im Bömbchen. — So enthält in einem Falle, neben den gleichmässig verteilten, grossen Erzkörnern, das Zentrum besonders viele, kleine Kryställchen.

Ohne anhängende Lapillimasse, frei im Tuffe liegend, wurde am Heilsberg ein 300 gr schwerer, unregelmässig geformter Magnetitknollen gesammelt.

Die bedeutende Widerstandskraft des Magnetits gegen die Atmosphärilien ist für die Diagnose stark zersetzter Lapilli, in denen neben ihm nur noch der Apatit übrig bleibt, wichtig. Die Umwandlung erfolgt auch hier in Limonit. Angewitterte Erzkörner haben bräunlichen, stark reflektierenden Limonitsaum, bei vorgeschrittener Zersetzung ist der ganze Krystall pseudomorphosiert. Die grosse Erzmenge der Lapilli erklärt die starke limonitische Braunfärbung der verwitterten Tuffe.

Perowskit.

In vielen Lapilli begleitet der Perowskit, von den Dimensionen der kleineren Individuen des Magnetits, dieses Mineral. Scharfe Formen und bisweilen auffallend grosse Individuenzahl eignen ihm. Die grössten Qantitäten beherbergen unstreitig einzelne, körnige Augit - Hornblendeknollen, in denen Krystalle und skelettartige Wachstumsformen bis 0,73 mm Durchmesser vorkommen. Unregel-

mässige, starkrandige Sprünge, seltener Spaltrisse parallel der Kontur durchsetzen ihn. Hoher Brechungsindex, graubraune Farbe sind bekannte Eigenschaften. Grössere Individuen polarisieren mit graublauer Farbe und zeigen oft sehr schön die bekannte Zwillingsstreifensysteme.

Pyrit.

Pyrit ist in den Auswürflingen ein seltener Gast. In grösserer Menge kommt er nur mit Magnetit vergesellschaftet und verwachsen in einem körnigen Augitknauer vor. In den Lapilli scheint er zu fehlen. Demnach muss es zweifelhaft bleiben, ob ein etwa 15 cm^3 grosses Stück Eisenkies aus dem Tuffe des Hohentwiels zu den homöogenen Einschlüssen gehört.

Apatit.

In den Augit-Hornblendeknollen, selten auch im Tuffe, kann dieses Mineral von blossem Auge als gelbliche, bis 3 mm lange Kryställchen erkannt werden.

Im Gegensatze zu den Auswürflingen an den Balaltkuppen und auch zum Phonolith, der nur am Gennersbohl Apatit in bemerkenswerter Menge führt, zeichnen sich die Lapilli durch reichlichen Apatitgehalt aus. Unter dem Mikroskope erscheinen die Krystalle in langen, nicht nadelförmigen Säulen, an den Enden pyramidal zugespitzt, oder als dicke, gedrungene, bisweilen gar rundliche Formen, welche an Grösse mittleren Augiteinsprenglingen gleichkommen können. Spaltbarkeit nach Basis und Prisma, hohes Brechungsvermögen bei niederer Doppelbrechung sind leicht wahrzunehmen.

In der grossen Widerstandskraft gegen die Verwitterung übertrifft er noch die vorgenannten Mineralien, hin und wieder sogar den Magnetit. Nur in äusserst zersetzten Gesteinen wird er durch Calcit ersetzt. — Gas- und Flüssigkeitseinschlüsse sind neben seltenen Magnetiten die einzigen Gäste in diesem Minerale.

Nephelin.

Nephelin ist bekanntlich ein Mineral, das den Atmosphärilien leicht zum Opfer fällt. Im frischen Zustande wurde er in der That nirgends in den Lapilli erkannt. Nur in den Auswürflingen des Tuffes von Hilzingen findet man bisweilen kleine, isotrope Sechsecke und entsprechende Rektangeln, wie sie auch in den ba-

saltischen Auswurfsmassen vorkommen. Auch beherbergen sie da wirr geordnete, nadelige Augitinterpositionen, wie die entsprechenden Krystalle im Basalt und im Phonolith der gleichen Lokalität. Es hat demnach die Verwitterung gleich wie in den basaltischen Auswürflingen auf das Mineral eingewirkt. Ein bedeutender Teil der Bömbchen hat aber kaum jemals Nephelin besessen.

Melilith.

Bei der Besprechung der im allgemeinen frischeren Auswurfsmassen der Basaltkuppen wurde mitgeteilt, dass der Melilith stets vollständig pseudomorphosiert sei. Seine Anwesenheit wurde dort an den charakteristischen Formen der wohlausgebildeten, dünntafeligen Krystalle erkannt. Weitere Charakteristika bildeten die Zonarstruktur oder die Querstreifung der rechteckigen Schnitte, ein farbloses, isotropes Verwitterungsmineral und mikrolithische Augitinterpositionen. Auf diese Eigenschaften mussten sich demnach die Nachforschungen und die Bestimmung dieses Minerals in den untersuchten Gebilden in erster Linie stützen.

In den frischesten Lapilli begegnet man zahlreichen Rektangeln, die sich bisweilen parallel legen. Auffallenderweise sind gut entwickelte, achtseitige Basalschnitte selten. Immerhin können sie mehrfach beobachtet werden und zeigen in einigen Fällen typische Zonarstruktur und die nadeligen Einschlüsse. Bei stark angegriffenen Lapilli sind die Krystalle von Calcit oder von Opal erfüllt.

Die Auswürflinge scheinen jedoch nicht alle gleich reich an Melilith gewesen zu sein. In den offenbar ursprünglich glasreichen Bömbchen der Tuffe vom Heilsberge findet man, trotz befriedigender Erhaltung des Gesteins, nur seltene Schnitte.

Olivin.

Unverwitterter Olivin kommt in den Auswürflingen dieser Tuffe nirgends vor. Pseudomorphosen nach ihm, von Calcit oder Zeolithen gebildet, wie sie in den stärker zerstörten Lapilli der Basalttuffe so leicht erkannt werden können, wurden nur in einigen Bomben angetroffen, wie er auch den Augit-Hornblendeknöllchen unzweifelhaft fehlt.

Hornblende.

Die zahlreichen, bis 2 cm langen Krystalle und Bruchstücke von Hornblende in den untersuchten Tuffen fesselten schon längst

die Aufmerksamkeit der Geologen, um so mehr, als dieses Mineral sowohl in den Basalten als auch in den Phonolithen sehr selten ist. Aber nicht nur isoliert, auch als Komponent der beschriebenen Lapilli wird die Hornblende oft angetroffen. Die Formen sind diejenigen des basaltischen Amphibols. Sehr häufig hat jedoch die magmatische Resorption, ohne dass dabei Opacitrand entsteht, die Krystalle ergriffen oder randliche Verwitterung die Umrisse der Schnitte in zackig-unregelmässige Linien verwandelt.

Gute Spaltbarkeit nach (110) und Zwillingsbildung nach (100), diese hie und da mit zahlreichen, interpolierten Lamellen, sind bekannte Eigenschaften.

Die Schnitte sind in braunen Tönen durchsichtig und besitzen kräftigen Pleochroïsmus, wobei nach c schwingende Strahlen dunkelbraun, Strahlen nach b braun und solche nach a gelb erscheinen. Hornblende umhüllt Gasporen, Magnetit, Apatit, während sie selbst nicht selten von Augit umschlossen wird. Ihre Entstehung fällt demnach in frühe Perioden der Magmakrystallisation. Voluminösere, gewöhnlich corrodierte Individuen bilden oft die Zentren kleinerer Auswürflinge.

Am Rande beginnender Ersatz durch Calcit ohne erkennbare Zwischenbildung ist die gewöhnliche Art der Verwitterung.

Augit.

An einzelnen Orten kann man Augitkryställchen leicht aus dem Tuffe herauslösen. Sie sind kurz-gedrungen, zeigen die Formen des basaltischen Augites mit (100), (010), (111), (110), wobei in der Prismenzone bald das Prisma, bald die Pinakoïde überwiegen. Andere Formen zeigt auch das Mikroskop an den Schnitten nicht. Doch haben, wie bei Hornblende, die Flächen in vielen Fällen stark durch Verwitterung gelitten.

Die bekannte Zwillingsverwachsung nach (100) trifft man, wie beim vorbeschriebenen Minerale, auch hier, öfters mit zahlreichen interpolierten Zwillingslamellen. Zonarstruktur ist fast an jedem Krystalle, bald schon bei gewöhnlichem Lichte, sicher aber bei gekreuzten Nicols, zu erkennen. Wohl nicht auf Differenzen im Bau beim entstehenden Krystalle, sondern sekundären Ursprungs wird unregelmässig-fleckige Auslöschung, bei gleichmässiger Färbung, sein. Da gewöhnlich gleichzeitig die Krystalle randlich ange-

wittert sind, ist diese Erscheinung vermutlich durch Verwitterung entstanden, wobei die Molecüle in einzelnen Bezirken des Krystalls so wenig chemisch verändert wurden, dass dadurch nur die Lage der Elasticitätsaxen beeinflusst wird. Spaltbarkeit prismatisch.

Den optischen Eigenschaften zufolge sind in den Lapilli zwei Arten von monoklinem Pyroxen zu unterscheiden. Neben den braun bis bräunlichgrau-durchsichtigen, sehr wenig pleochroitischen Schnitten begegnet man durchschnittlich etwas kleineren, grünen Augiten. Diese bilden bisweilen kleine, körnige Aggregate und finden sich bei Verwachsungen beider Pyroxene im Zentrum. Der Pleochroismus bei dem erstgenannten, basaltischen Augit ist gering, während im Gegensatze dazu das zweite Mineral sehr kräftigen Farbenwandel besitzt. Das nach der Axe maximaler Elasticität schwingende Licht ist, wie dasjenige nach der $\mathfrak{b}$-Axe, dunkel- bis blaugrün, während die Strahlen nach der $\mathfrak{c}$-Axe in gelbgrünen bis braungrünen Tönen durchgehen. Bei diesem tiefer nuancierten Pyroxene überschreitet die Auslöschungsschiefe niemals 40° und zwar ist von den Elasticitätsaxen $\mathfrak{a}$ und $\mathfrak{c}$ die Axe maximaler Elasticität der c-Coordinate benachbart, während ungekehrt bei dem braunen Augite die Vertikalcoordinate mit der $\mathfrak{c}$-Axe den kleineren Winkel (bis 40°) einschliesst. Bei Zonarstruktur nimmt die Auslöschungsschiefe nach aussen zu; die Differenzen können bis 12° betragen. Die optischen Eigenschaften weisen also die grünen Schnitte dem Aegirinaugite zu.

Von Einschlüssen sind die Umhüllungen grüner Körner durch braune Randpartien bereits erwähnt worden. Auch Hornblende wurde gelegentlich eingelagert. Von anderen Mineralien trifft man als Gäste: Magnetit, Perowskit, Apatit und Biotit. Ebenso sind Schwärme von Gas- und Flüssigkeitsporen nicht selten.

Sogar in den frischesten Tuffen sind wenigstens ein Teil der Augite von der Verwitterung ergriffen, die Umrisse zackig-unregelmässig, oder Lücken in die Krystallmasse gefressen worden. Dabei wird an die Stelle des Minerals Calcit oder auch Opal abgesetzt. In der Form erhaltene, scharfe Augitschnitte können vollständig oder bis auf einen kleinen Rest von Carbonat erfüllt sein. Das verdrängende Material und der angefressene Pyroxen stossen dabei ohne Zwischenbildung aneinander. (Vgl. Taf. I, Fig.9).

Auch die Grundmasse der Bömbchen muss reich an Pyroxen gewesen sein. In den meisten Fällen ist sie jedoch von der Verwitterung sehr in Mitleidenschaft gezogen. Einige Schliffe lassen noch Augitfilz aus langsäuligen bis nadeligen Krystallen der basaltischen Varietät erkennen. Bisweilen mag die zweite Generation in reichlichem Gesteinsglase gelegen haben.

Biotit.

Biotit gehört mit Hornblende zu den auffälligsten und grössten Krystallen der Tuffe. In den frischen und zerfallenden Gesteinen des Hohentwiels und anderer Orte finden sich zahlreiche, kleinere und grössere Blättchen und Täfelchen bis zu 3 cm Breite und 5 mm Dicke. Die Krystalle haben bald regelmässige, sechsseitige Umrisse, bald sind abwechselnd drei Seitenflächen stärker entwickelt. Ausser (001), (110), (010) sind keine Formen erkennbar und auch diese haben magmatische Veränderungen erlitten, zeigen gerundete Kanten und Ecken. Solche Angriffe deckt auch das Mikroskop an jedem Schliffe auf. Parallelverwachsungen mehrerer Krystalle und zwar so, dass die Individuen nebeneinanderliegen, sind nicht selten, wie mikroskopisch auch Zwillingsbildung nach (001) beobachtet wurde.

Pleochroismus stark von $\mathfrak{a}$ strohgelb nach $\mathfrak{b}$ und $\mathfrak{c}$ tiefbraun.

Der Axenwinkel ist klein; das Axenbild öffnet sich nur wenig, weshalb die Artbestimmung des Glimmers, trotz der schönen Schlagfiguren, mit Schwierigkeiten verbunden ist. Eine Reihe von Beobachtungen sprechen für II. Art.

Der Biotit ist in vielen Fällen der Verwitterung teilweise oder gänzlich zum Opfer gefallen. Der gewöhnlichste, oft schon makroskopisch wahrnehmbare Angriff besteht in Einlagerung von Calcit auf den Spaltflächen, wobei die Glimmer, ohne dass sie dabei Veränderungen in der Farbe und dem Pleochroismus erleiden, stark aufgeblättert werden. Ein anderer Verwitterungsmodus ist Ausbleichen, im ersten Stadium mit Erhaltung der hohen Doppelbrechung, bis die braune Eigenfarbe in einen schwach grünlichen Ton übergeht und das Mineral in mit Calcit gemengten Chlorit verwandelt ist.

Nur in wenigen Bömbchen finden sich neben den grösseren Glimmertafeln noch zahlreiche, winzige Schüppchen dieses Mi-

nerals. Sie entsprechen den Grundmasseaugitchen und sind offenbar auch erst in der Effusivperiode ausgeschieden worden. Im Gegensatze zu dieser jungen Bildung sind die grossen Krystalle sehr alt, wie Umhüllung durch Augit beweist. Der Glimmer selbst kann Magnetit und Apatit einschliessen. Interessant sind folgende zwei Arten von Vergesellschaftung mit Hornblende:

In einem Bömbchen mit grossen corrodierten Hornblendekrystallen sind diese von einem dichten Kranze von Biotitblättchen umgeben. Da steht der Glimmer dem Amphibol zeitlich nach, ist vielleicht unter Mitwirkung des resorbierten Hornblendekerns entstanden. — Auf magmatische Umwandlung von Hornblende ist ohne Zweifel die Erscheinung zurückzuführen, dass in einer körnigen Augit-Hornblendebombe die Körner des letzteren Minerals in einem Gemenge von sehr vielen kleinen Magnetiten, Augiten und Biotitblättchen liegen. Die Glimmerlamellen stehen dabei oft senkrecht auf der zackig angefressenen Hornblendekontur. Solche faserige Magnetit-, Biotit-, Augit- Aggregate enthalten oft nur noch einen winzigen Rest des Mutterminerals. Die Umwandlung kann sogar so weit gegangen sein, dass solch ein Ueberbleibsel von Amphibol das Zentrum eines grossen Augitkrystalls bildet, der dann sehr viel, parallel der Längsrichtung orientierten Glimmer enthält und mit Magnetitkryställchen besät ist.

Ob Glieder der Sodalithgruppe vorhanden sind, kann nicht mit Bestimmtheit behauptet werden.

In einigen Lapilli wurden Schnitte, die mit den Formen des Noseans in den Phonolithen übereinstimmen, wahrgenommen. Zudem werden sie von den gleichen Sprungsystemen wie dort durchsetzt und ihre, sicher sekundäre Substanz ist ebenfalls isotrop. Seine Anwesenheit wird dadurch wahrscheinlich.

Ausser den genannten Mineralien begegnet man, allerdings selten, Quarz- und Feldspat- (Ortho- wie Plagioklas) trümmern in den Lapilli. Die Spärlichkeit ihres Auftretens, unregelmässige Formen der anscheinend porphyrischen Krystalle und verbreitete exo- und endomorphe Kontaktwirkungen, wie sie unten beschrieben werden sollen, lassen über ihre Fremdlingsnatur keinen Zweifel aufkommen.

Gesteinsglas, wie es zum Schlusse der Verfestigung in ver-

schiedenen Auswürflingen der Basaltkuppen sich bildete, ist in diesen Bömbchen nirgends erhalten. Zwar sind isotrope Partien zwischen den andern Gemengteilen nicht selten, doch handelt es sich dabei um farblose, auf polarisiertes Licht nicht wirkende Verwitterungsprodukte (Opal, Analcim). Dass ein amorpher Gesteinsrest diesen Lapilli nicht mangelte, lässt sich leicht erschliessen. — Die Zusammensetzung der Grundmasse aus Augit-, Melilith- und Magnetitkörnchen ist annähernd die gleiche wie bei den Auswürflingen des I. Teils. Da auch die Dimensionen dieser Grundmassebildungen ungefähr denjenigen in den Melilithbasaltlapilli gleichkommen, wird auch, wie dort, ein Teil des Magmas nicht zur Krystallisation gelangt sein. Das Glas fiel jedoch, wie die meisten Mineralien, der Verwitterung zum Opfer.

Die Struktur der Lapilli war demnach holokrystallin- bis hypokrystallin-porphyrisch (hyalopilitisch, häufiger aber intersertal).

Eingeleitet wurde die Krystallisation von Magnetit, mit oder kurz nach welchem Perowskit und Apatit sich ausschieden. Hierauf folgten: Hornblende, Biotit, Aegirinaugit, basaltischer Augit, Melilith und Nephelin, falls alle die genannten Komponenten vorhanden sind. In der extratellurischen Periode bildete sich eine zweite Generation von Augit und Magnetit. Der Magmarest erstarrte glasig. Die hauptsächlichsten Unterschiede in den Lapilli werden, ausser durch die an den einzelnen Lokalitäten etwas abweichende Art der Verwitterung, durch Differenzen in der Krystallinität dieser Grundmasse hervorgebracht.

Die Bömbchen lassen schon makroskopisch fluidale Anordnung der Gemengteile erkennen, indem sich die Glimmertafeln und Augite der Oberfläche des Auswürflings oder des zentralen Einschlusses parallel legen. Hervorgehoben wurde schon, dass das Gefüge bei einem und demselben Bömbchen wechseln kann; so erkennt man einige Male, dass die Grösse der Grundmassebildungen gegen den Rand zu abnimmt. In einem andern Falle hingegen sind die Dimensionen des Magnetits und des Meliliths grösser in den Aussenpartien als im Innenteil. Anreicherung des Magnetits gegen den Rand, offenbar eine Folge der Zentrifugalkraft bei der Flugbewegung, kommt ebenfalls vor.

Stets wurde darauf hingewiesen, dass die Atmosphärilien diesen Auswürflingen arg mitgespielt haben. Nur die frischesten,

sorgfältig ausgesuchten Lapilli erlauben eine angenäherte Bestimmung ihres Mineralbestandes und ihrer Struktur. Gewöhnlich sind auch die widerstandskräftigsten Komponenten von der Zerstörung in Mitleidenschaft gezogen, teilweise oder sogar ganz pseudomorphosiert. So können nicht selten, namentlich bei gekreuzten Nicols, Bömbchen und Kittmasse nicht mehr unterschieden werden, während bei gewöhnlichem Lichte die Erkennung länger möglich ist.

Bei den besterhaltenen Lapilli ist die Auswurfsnatur unleugbar und unter dem Mikroskope sofort an der erwähnten Struktur, an den exomorphen und endomorphen Kontakterscheinungen der zentralen Fremdlinge zu ersehen. Kann aber nicht doch ein Teil dieser rundlichen Gebilde agglomeratische Kügelchen oder Pisolithe sein?

Beim Durchmustern einer grossen Zahl verschiedenartiger Verwitterungsstufen kommt man zur Ueberzeugung, dass alle ein und dasselbe, d. h. Auswürflinge seien, die vorwiegend durch den verschiedenen Grad der Zerstörung sich unterscheiden und durch alle wünschbaren Uebergänge verbunden sind. Ein weiterer Fingerzeig ist der Umstand, dass in diesen Gebilden die im Tuffe so reichlichen, fremden Krystalltrümmer und Kalkbröckchen nicht vorkommen, was, wenn es sich um Agglomerate handelte, ja der Fall sein müsste.

Bei der schlechten Erhaltung wäre es von geringem Werte, Analysen davon anzufertigen.

2. *Augit-Hornblendebomben.*

Die unter diesem Titel zusammengefassten Ejektionsprodukte aus den Tuffen des Hohentwiels und Heilsberges sind kleinere (Maximaldurchmesser 10 cm), eckige bis runde Gesteinsbrocken, von schwarzer Farbe, hohem spezifischem Gewichte und mittel- bis grobkörnigem Gefüge.

Die Hauptmasse des Gesteins bildet gewöhnlich der bald basaltische, bald ägirinartige Augit, der an den Rändern oft in violetten titanhaltigen Pyroxen übergeht, Hornblende; Magnetit, oft mit Pyrit vergesellschaftet, ist reichlich. Biotit wurde hie und da früh ausgeschieden, während er andererseits, wie oben hervorgehoben, auch magmatischer Zersetzung seine Existenz ver-

danken kann. Perowskit, bisweilen ungemein gross, fehlt selten. Titanit stellt einen verbreiteten Uebergemengteil dar. Die Eigenschaften dieser Mineralien sind bei den gleichartigen Komponenten der Lapilli behandelt.

Der chemische Bestand sei durch folgende Analyse eines etwas verwitterten, biotitreichen Gesteins vom Heilsberge bei Gottmadingen, vom sp. Gew. 3,3 veranschaulicht (ausgeführt von Dr. M. Dittrich, Heidelberg):

SiO_2	41,22
TiO_2	3,18
Al_2O_3	7,17
Fe_2O_3	7,41
FeO	4,78
CaO	13,85
MgO	12,53
K_2O	2,34
Na_2O	2,83
P_2O_5	0,66
Glühverlust	3,89
Summe	99,86 %

Ein Vergleich mit der Analyse einer Basaltbombe auf Seite 29 zeigt auffallende Uebereinstimmung. Geringer Gehalt an Kieselsäure, Thonerde und Alkalien mit überwiegendem Na_2O sind beiden gemein. Die bedeutende Menge TiO_2 ist bei diesem Mineralbestande selbstverständlich. Eisen- und CaO-Gehalt stimmt ebenfalls in beiden Analysen überein. Von dem Fe_2O_3 wird wahrscheinlich ein Teil dem Biotit, stellvertretend für Al_2O_3, angehören. In den 3,89 % Glühverlust steckt Kohlensäure und Wasser des etwas carbonatisierten Gesteins.

Ein jeder dieser Auswürflinge ist angewittert unter Bildung von Opal, Carbonaten, Gips, zierlichen Analcimkryställchen und anderen, wegen der Kleinheit nicht bestimmbaren Zeolithen.

Die Struktur ist körnig, selten porphyrisch. Wenn ursprünglich in einzelnen Auswürflingen ein entschieden untergeordneter Glasrest vorhanden war, so wurde er durch die Atmosphärilien zerstört. Jetzt lässt sich nicht mehr entscheiden, ob die genannten Verwitterungsmineralien Glas ersetzen oder Lücken der etwas miarolitischen Gesteine ausfüllen.

3. *Phonolitheinschlüsse.*

Phonolithbruchstücke, ununterscheidbar vom Gesteine des Hohentwiels, wurden zum ersten Male von Schalch[1]) im Tuffe einer nördlich von Hilzingen gelegenen Grube wahrgenommen. In der That fehlen sie den meisten Aufschlüssen vollkommen. Häufiger begegnete ich ihnen nur in einem kleinen Bruche ausserhalb Hilzingen von mikroskopischer Kleinheit bis zu 15 cm Durchmesser. Die Brocken sind eckig und fest mit dem Tuffe verwachsen.

In der graugrünlichen, splitterigen Grundmasse blitzen reichliche, grössere Sanidine auf, neben denen gelbliche Sodalithe und zerstreute, winzige Biotittäfelchen liegen.

Die Sanidine sind dicktafelig, von gewohnter Begrenzung und den bekannten optischen Eigenschaften. Besonders fällt die Frische der Einsprenglinge in nicht einmal cm^3-grossen Bröckchen auf. Nicht immer ist Schalenbau wahrnehmbar. An Einlagerungen beherbergt dieses Mineral Unmengen winziger, monokliner Pyroxene, besonders in den Randpartien, Noseane, Biotite, Flüssigkeits- und Gasporenschwärme.

Der Grundmassesanidin ist schmal leistenförmig, ebenfalls meist gut erhalten und mit nadeligen Mikrolithen besät. Nosean ist, der Form, den Resorptionen und der Zersetzung nach, ähnlich den Individuen des gleichen Minerals am Hohentwiel. Nephelin, noch frisch, oder in isotrope, trüb-graugelbe Masse verwandelt, teilweise auch durch Calcit ersetzt, ist grösser als in allen andern verglichenen Phonolithen der Gegend; scharfe sechsseitige Querschnitte und kurze Rectangeln mit mikrolithischen, nadeligen Einschlüssen parallel den Kanten. Die Einsprenglinge des Pyroxens sind sattgrün-gefärbte Aegirinaugite. Die Grundmasse enthält reichlich dünne Kryställchen und Fäserchen von Aegirin. Von Biotit kommen jedem Schliffe mehrere Individuen zu, die stets stark resorbiert sind. Dabei bildet sich um diesen Komponenten ein Mantel von filzigem Pyroxen, der reichlicher als die übrige Grundmasse Magnetitkryställchen enthält. An den Stellen, wo Sanidin den Biotit umhüllt, hat ihn die Korrosion verschont, ein Beweis, dass diese erst nach der Entstehung der Sanidine eintrat.

---

[1]) Dr. Fr. Schalch, loc. cit. pag. 107.

Magnetite sind spärlich; untergeordnet ist ebenfalls Apatit und Titanit.

Die Grundmasse ist an den klarsten Stellen ein heller, mikrolithenreicher Teig mit Nephelin, Aegirin und Sanidin. Glasbasis kann, wenn überhaupt jemals vorhanden, nur unbedeutend gewesen sein. Die Struktur ist demnach holokrystallin-porphyrisch und zwar steht sie zwischen trachytoider und nephelinitoider Ausbildung mitten inne.

Das Gestein steht den Phonolithen der Kuppen an Krystallinität nicht nach. Vergleicht man hingegen Auswürflinge der Basaltkuppen von entsprechender Grösse mit dem ergossenen Magma, so ist der Unterschied im Gefüge augenfällig. Es sind demnach diese Phonolitheinschlüsse nicht Phonolithbomben, sondern Teile eines in grösserer Masse verfestigten Gesteinskörpers, offenbar von Kuppen abstammend.

4. Verkittung und sonstige Bestandteile der Tuffe.

Die Kittmasse selbst, welche die einzelnen oben beschriebenen Lapilli verbackt, stellt unter dem Mikroskope einen körneligen, trüben, bräunlich-grauen, limonitgemengten Teig dar, stark Licht absorbierend und reflektierend. An den dünnsten Stellen löst sich diese Masse auf in zahllose Calcitkörnchen, oft gemengt mit hellem Opal. Seltener bildet das letztgenannte Mineral nahezu ausschliesslich das Bindemittel.

Ausser Lapilli und ihren durch Zerstörung kleinerer Auswürflinge isolierten Komponenten sind, neben vielen fremden Gesteinsbröckchen, zahlreiche Quarzkörner wahrzunehmen. Es sind Trümmer von Tiefengesteinsquarz, mit den charakteristischen Porenkolonien; in vielen Fällen randlich oder innen aufgelöst und zwar nimmt der alles verdrängende Calcit den Platz der Kieselsäure ein. Undulöse Auslöschung kommt ihm oft zu und lässt den Gedanken an sekundäre Entstehung nicht aufkommen.

Von isolierten Feldspattrümmern ist trüber, derber Orthoklas mit Spuren dynamischer Beeinflussungen häufig, oft ähnlich durch Calciumcarbonat ersetzt wie Quarz. Plagioklas- und Mikroklintrümmer sind ebenfalls verbreitet.

Seltener sind Hypersthen, mit den charakteristischen Ein-

lagerungen, Granatsplitter, oder Reste von grünem und braunem Spinell.

Sanidin von der Frische, der glasigen Beschaffenheit und den Mikrolitheninterpositionen, wie er auch in sehr kleinen Phonolithknollen des Hilzinger Tuffes vorkommt und dort auch isoliert im Gesteine liegt, wurde weder im Tuff des Hohentwiel, des Heilsberges, der Rosenegg noch anderer Vorkommnisse gesehen. - Die meisten Feldspate, welche man dafür halten möchte, sind gewiss Trümmer von Fremdlingen, deren Beschreibung weiter unten folgt.

C. Zusammenfassung der Resultate des II. Teils.

Es wurde gezeigt, dass alle „Lapilli, Pisolithe, Tuffagglomerate" aus dem östlichen phonolithischen Tuffgebiete des Höhgaus ein und dasselbe und zwar Auswürflinge sind. Es möge zum Schlusse ihre petrographische Beschaffenheit mit derjenigen der Phonolithe und Melilithbasalte verglichen werden. Am naturgemässesten wäre es, hiezu chemische Analysen zu Rate zu ziehen. Doch hat ja die Verwitterung so sehr mit der ursprünglichen Beschaffenheit aufgeräumt, dass nur auf die chemische Zusammensetzung eines mit ihnen verwandten Augit-Hornblendeknollen verwiesen werden kann[1]). Grosse Aehnlichkeit mit der chemischen Konstitution der Basalte ist unverkennbar. Eine Tabelle über den Mineralbestand vermag vielleicht den Mangel einigermassen zu ersetzen:

Phonolithe des Höhgaus	Bömbchen der „Phonolithtuffe"	Melilithbasalte des Höhgaus
Magnetit	Magnetit	Magnetit
—	Perowskit (Spinell?)	Perowskit u. Spinell
Melanit?	—	—
Nosean und Hauyn	?	—
Leucit[2])	—	—

---

[1]) Vgl. pag. 48.

[2]) Nach Weinschenk und Cushing „ist ein grosser Teil der Hegauer Phonolithe als nephelinfreie, echte Noseanphonolithe charakterisiert". Nur am Mägdeberg, Schwindel und am Staufen soll Nephelin von den bekannten Eigenschaften vorkommen. Uebereinstimmend mit Rosenbusch fand ich zahlreiche Individuen dieses Minerals in dem Phonolith des Hohentwiels, besonders aber in einem frischen, erratischen, von jener Kuppe abstammenden Blocke am Heilsberge. Der offenbar ebenfalls in der Eiszeit verschleppte Phonolith an der

Phonolithe des Höhgaus	Bömbchen der „Phonolithtuffe“	Melilithbasalte des Höhgaus
Zirkon	—	—
—	Melilith	Melilith
Apatit	Apatit	Apatit
Nephelin	Nephelin*	Nephelin
—	Olivin*	Olivin
Diopsid	—	—
Aegirinaugit	Aegirinaugit	—
Aegirin	—	—
—	basalt. Augit	basalt. Augit
Hornblende*	Hornblende	Hornblende*
Biotit	Biotit	Biotit
Titanit	Titanit (nur in Augitknollen)	—

Die mit * versehenen Komponenten sind sehr selten oder doch nicht allgemein vorhanden.

Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, zeigen die behandelten Auswürflinge mehr Anklänge an die Melilithbasalte als an die Phonolithe. Sie unterscheiden sich aber von ihnen durch die Seltenheit des Olivins, das Vorhandensein von Hornblende und grossen Biotiten. Magnetit und Apatit, stellenweise auch Perowskit, sind in den Lapilli entschieden häufiger als im Phonolith und im Basalt. Der Gehalt an Aegirinaugit und das Auftreten des Titanits, letzterer allerdings nur in den körnigen Augitbomben, verknüpft sie wieder mit den Phonolithen.

Das Magma, das diese Auswürflinge geliefert hat, ist demnach verschieden von dem Effusivmaterial der Kuppen. Wie erklärt sich diese Differenz?

Die nächstliegende Annahme würde den Unterschied der Unmenge fremder, eingehüllter und teilweise aufgelöster Gesteine zuschreiben, eine Hypothese, die von der Hand zu weisen ist, denn durch Auflösen von granitodioritischen Massen, die nur in Betracht kommen, müssten die Lapilli ja kieselsäure- und thonerdereicher

---

Pleeren, dem die genannten Autoren ihr frischestes Untersuchungsmaterial verdankten, konnte nicht gefunden werden. Es war auch nicht möglich, am Staufen, wo W. und G. neben Nephelin- auch Leucitphonolith entdeckten, diese beiden Varietäten makroskopisch zu unterscheiden, noch mikroskopisch den Leucit zu finden.

werden als die Phonolithe oder Basalte sind, und das Gegenteil ist der Fall.

Die Differenz scheint also eine ursprüngliche zu sein und es liegt somit in diesen Gebilden eine fremde Magmafacies vor. — Welche Vulkane haben dieses Magma zu Tage gefördert?

Die Melilithbasaltvulkane, denen man es am ehesten zuschreiben möchte, haben andere Auswürflinge geliefert und zudem scheint es unwahrscheinlich, dass Ejektionsprodukte von so grossem Eigengewichte wie der auf pag. 39 erwähnte Magnetitknollen ca. 6 km (Entfernung des Hohenstoffeln vom Heilsberg) geschleudert worden seien.

Offenbar gingen den Ausbrüchen des Phonoliths Ejektionen eines davon differenten, des Lapillimagmas, voran. Es war dies eine basische Facies, reich an Erstlingsprodukten der Krystallisation. Ihre Eruptionen reinigten die Schlote, in denen später der Phonolith emporstieg und die ungeheure Menge Trümmer der unterliegenden Erdscholle sind ein Beweis für die furchtbare Gewalt der Eruptionen, wie die grosse Verbreitung der Tuffe für die Unmasse ausgeschleuderten Magmas. Unstreitig rascher zu Tage geschafft und erstarrt als das Magma, das jetzt die Kuppen bildet, haben sich in den Lapilli Mineralien, wie Hornblende und Biotit, welche im Phonolith und Basalt wieder aufgelöst wurden, erhalten.

Phonolith und Melilithbasalt wären nach dieser Annahme jüngere Schwestermagmen des erst-erumpierten Spaltungsmagmas. Aschenmaterial der Phonolithe kann sich demnach nicht in den „Phonolithtuffen“ finden. Immerhin sind bei der Ablagerung der höchstgelegenen genauer studierten Tuffe (bei Hilzingen) phonolithische Gesteine schon vorhanden gewesen oder gleichzeitig gebildet worden.

III. Teil.

Fremde krystalline Einschlüsse in den Auswurfsmassen.

Die grosse Menge den Auswürflingen fremder, enallogener Einschlüsse beansprucht ein grosses Interesse, nicht nur wegen der Veränderungen, die sie in Berührung mit dem emporquellenden

Magma erlitten haben, sondern auch wegen der Aufschlüsse, welche sie über den Bau des Untergrundes geben.

Um ein, so weit es überhaupt möglich ist, vollständiges Verzeichnis dieser Gesteine zu geben, reichen diese Aufsammlungen und Untersuchungen noch nicht aus. Nur einige der häufigsten krystallinen Fremdlinge und die ihnen zukommende Kontaktmetamorphose sei in den folgenden Zeilen erwähnt.

Von enallogenen Einschlüssen in dem Gesteine der Melilithbasalt- und Phonolithkuppen führt A. Lacroix[1]) in seinem grossen Werke einige stark metamorphosierte Granitstückchen an. Auf makroskopischen Bestimmungen beruht das Verzeichnis dieser Fremdlinge, das sich bei Schalch[2]) findet.

Krystalline Felsarten von mikroskopischen Dimensionen bis über Kopfgrösse sind besonders in dem östlichen Tuffgebiete recht häufig. In den Basalttuffen des Hohenhöwen begegnet man selten hierher gehörenden Bruchstücken über Nussgrösse. Die krystallinen Gäste sind eckig-rundlich, durchschnittlich kleiner und stärker gerundet als die Sedimentbrocken, was sich durch den längeren Weg, den sie aus der Tiefe zurücklegen mussten, leicht begreift.

Nur einmal wurde ein Eläolithsyenit, und zwar im Tuffe von Hilzingen, gefunden.

Es ist ein mehr als faustgrosser, gelblich-grauer, mittelkörniger Knollen, rings umschlossen von einer bis 2 cm breiten Zone aus Lapilligestein. Am Einschlusse selbst erkennt man von blossem Auge langsäulichen, glasigen Feldspat und schwarze Biotittäfelchen.

Unter dem Mikroskope stellt er ein körniges Gemenge dar von meist allotriomorphem, sanidinähnlichem, an Poren- und Mineraleinschlüssen reichem Orthoklas.

Ein Glied der Sodalithgruppe ist nur noch an der Form seiner Schnitte zu erkennen, welche isotrop, aber verwittert, trüb, bräunlich-bestäubt sind. Eingelagert sind die Verwitterungsprodukte: Calcit, Natrolith und klarer Analcim. Dunkelbraun durchsichtiger Biotit ist der vorherrschende gefärbte Gemengteil. Opacitrand fehlt. Magnetit- und Apatiteinschlüsse.

---

[1]) A. Lacroix, loc. cit. pag. 123.

[2]) Fr. Schalch, loc. cit. pag. 106.

Der untergeordnete normal-begrenzte Aegirinaugit bildet kleine, säulige Krystalle von dunkelgrüner bis grünlichbrauner Farbe. Nephelin ist spärlich, aber gut begrenzt.

Reichlich sind Titanitkrystalle, deren scharfe, farblos bis rötlichgelb- und bräunlich-pleochroïtische Schnitte häufig Zwillingsverwachsung nach (001) aufweisen.

Apatit hat sich in dicken, pyramidal zugespitzten Krystallen ausgeschieden.

Die Struktur des sehr verwitterten Gesteins ist hypidiomorph-körnig mit Magnetit, Apatit, Titanit als Erstlingskrystallisationen, worauf die gefärbten Komponenten und zum Schlusse Sodalith (?) und Sanidin sich ausschieden. Struktur und Magmahülle sprechen für die Entstehung dieses Gesteinskörpers in der Tiefe. Der sanidinartige Habitus seiner Feldspäte, der befremden könnte, erklärt sich leicht dadurch, dass dieser Felsbrocken unmöglich lange an seinem Bildungsorte geweilt haben kann. Ueberdies werden in der Litteratur mehrfach Eläolithsyenite mit Sanidin erwähnt[1]).

Mit Hülfe des Mikroskopes wurden ausserdem festgestellt:

Weisse bis rote, mittel- und grobkörnige, ja sogar porphyrische Glieder der Granitfamilie und zwar:

Zweiglimmerige Granite, nicht allzuselten; einmal mit Turmalin,

Biotit- und Biotithornblendegranite, alle häufig dynamisch beeinflusst, worauf undulöser oder streifiger Quarz und Knickungen an Feldspäten hinweisen,

Aplite,

Glimmersyenite, von feinem bis grobem Korne,

Diorite,

Gut erhaltene, stark hornblendeführende Kersantite,

Biotitgneise und Glimmerschiefer,

Körniger Amphibolit.

Zusammenfassend soll hervorgehoben werden, dass die angeführten Eruptivgesteine granitodioritischer Natur sind, ähnlich wie sie im Schwarzwalde vorkommen, dass der Zu-

---

[1]) Vgl. H. Rosenbusch, Elemente der Gesteinslehre pag. 117.

sammenschub, den jene Gesteine im Carbon erlitten haben, sich auch ins Höhgau erstreckte, wie an den dynamometamorphen Einwirkungen zu ersehen ist.

Kontaktmetamorphose der Auswürflinge.

Isoliert ausgeschleuderte Felstrümmer lassen kaum Spuren von Hitzwirkungen, um die es sich allein handelt, erkennen. Solche tragen aber Einschlüsse in den Lapilli und Bomben ausnahmslose an sich. Die Veränderungen, welche die einzelnen Mineralien erlitten haben, sind folgende:

Biotit sintert bei gelinder Einwirkung nur zusammen, ändert dabei Farbe und Pleochroïsmus. Sonst wird er leicht zu bräunlichem Glase umgeschmolzen, wobei den Spaltrissen parallel eine Unmenge Magnetitkörnchen sich ausscheidet.

Auch Hornblende schmilzt, gewöhnlich aber nur randlich. In der Schmelze kann Augit und Magnetit neu auskrystallisieren.

Quarz, besonders aber Feldspat beladen sich in den ersten Stadien der Umwandlung mit einer grossen Zahl Flüssigkeits- und Gasporen. Das erstgenannte Mineral wird leicht durch die Hitze gesprengt, indem durch die Ausdehnung des Gases in seinen Poren feine Risschen entstehen, die die einzelnen Poren miteinander verbinden. In der Folge bilden sich daraus breite Glaskanäle. Rundung der Körner durch Abschmelzen ist allgemein verbreitet.

In den Feldspäten, in welchen durch die Spaltbarkeit schon Cohäsionsminima vorgebildet sind, folgt die Einschmelzung meist diesen. So sehen randlich veränderte Plagioklase bei gekreuzten Nicols wie zerfasert aus, indem ein Teil der Zwillingslamellen sich in Glas verwandelte. Im Innern der Krystalle stellen sich isotrope Glastümpel ein. Nicht selten sind die Ränder der Feldspäte, im Gegensatze zur durchwegs sehr unreinen Innenpartie, durch einen reinen Saum neugebildeten Feldspates mit abweichender Auslöschungsschiefe ausgezeichnet.

Auch frei im Glase liegend kommen längliche, pinakoïdalbegrenzte Feldspatmikrolithen vor, mit hohlen Zentren, wie sie A. Lacroix[1]) abbildet.

Neubildungen sind im allgemeinen selten. Magnetit und

---

[1]) A. Lacroix, loc. cit. Taf. III, Fig. 11.

Spinelle, die dazu zu rechnen sind, wurden schon aufgezählt. Oft entstehen in basischen Schlieren der Schmelze nadelige bis säulige Kryställchen von Augit.

Auch das umhüllende Gestein wurde stets endomorph verändert. Immer ist der fremde Gast von der Lapillimasse durch eine Zone wirr-filzigen, schwach grünlich gefärbten, monoklinen Pyroxens getrennt.

Die nicht sehr kräftigen magmatischen Veränderungen der enallogenen Einschlüsse stimmen demnach mit der Kontaktmetamorphose anderer basischer Ergussgesteine überein. Ein vollständigeres Verzeichnis der krystallinen Fremdlinge und auch der sedimentären Einschlüsse soll später gegeben werden.

Erklärung der Tafel.

Fig. 1. Magnetit teilweise automorphen Augit umhüllend; vgl. pag. 9.

Fig. 2. Olivin von 0,02 mm Längsdurchmesser (021); vgl. pag. 11.

Fig. 3. Melilithkryställchen mit Zonarstruktur, Magnetit- und Augitinterpositionen, aufgelagertem Melilith und Nephelin; vgl. pag. 15 etc.

Fig. 4. Melilith, in der Prismenzone von (100) und (310) begrenzt; vgl. pag. 15..

Fig. 5. Melilith mit skelettartig entwickelter Prismenzone; vgl. pag. 15.

Fig. 6. Melilithmikrolithen mit Ein- und Auflagerungen wie bei Fig. 3; vgl. pag. 11 u. f.

Fig. 7. Aschenschichtung dei Basalttuff; vgl. pag. 5.

Fig. 8. Zonar struierter Melilithschnitt nach (001); vgl. pag. 18.

Fig. 9. Augitrest, in einer Pseudomorphose von Calcit nach Augit liegend; vgl. pag. 43.

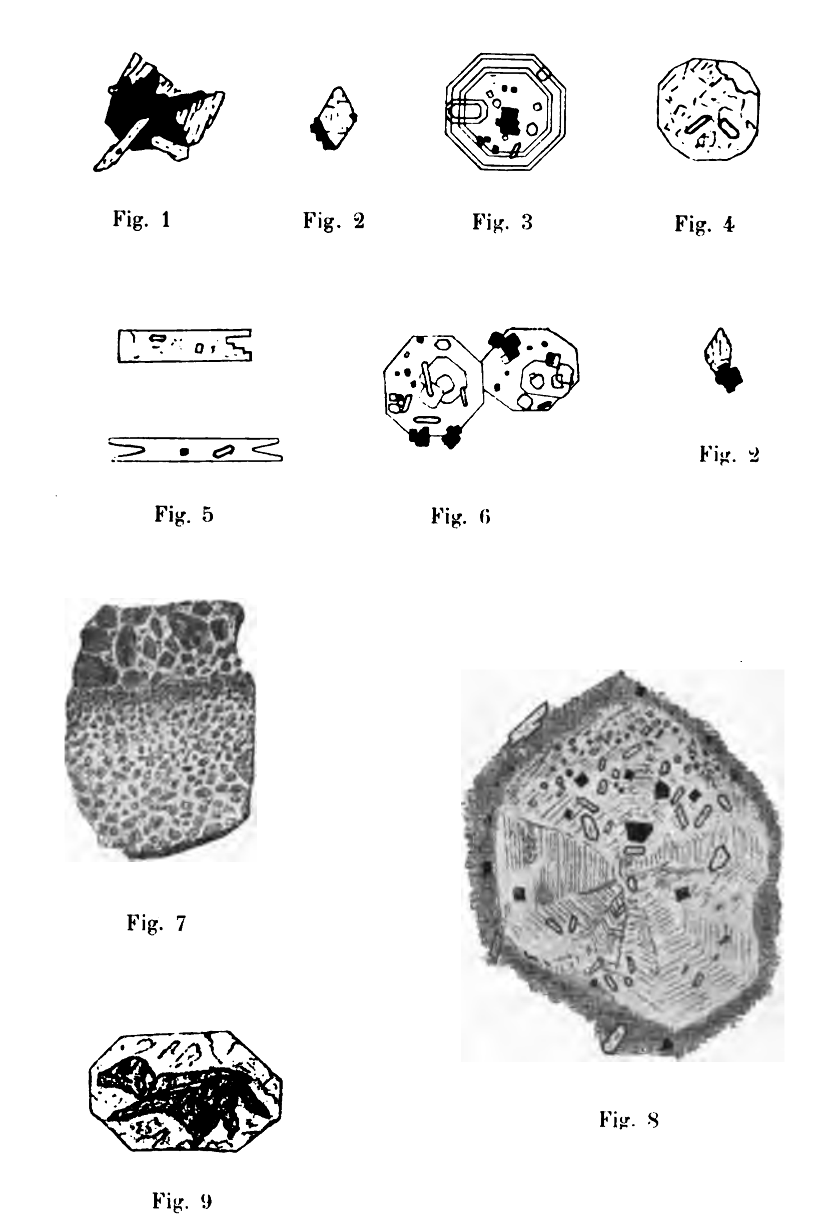


Fig. 1 Fig. 2 Fig. 3 Fig. 4

Fig. 5 Fig. 6 Fig. 2

Fig. 7

Fig. 8

Fig. 9

J. Erb, del.

Druck von Zürcher & Furrer in Zürich.

Das landschaftliche Bild ist ein sehr schönes, fast malerisch zu nennen. Das Nordufer des grossen Sees ist teilweise sumpfig, aus dem Sumpf erheben sich am Seegestade einige Gruppen der weithin leuchtenden Birke Betula pubescens. Am Westufer erhebt sich auf sanfter Anhöhe das Herrschaftshaus, umgeben von prächtigen Baumgruppen. Zwischen dieser Anhöhe und dem Ried liegt der Stapferbühl, ein Rebberg. Das Südwestufer des Sees ist sumpfig; auf diesem Ufer liegt die Landstrasse und jenseits derselben, hinter dem Hänsisried, erhebt sich auf einem Rebhügel die Ruine Alt-Regensberg. Im Hintergrund des Gebietes zwischen dem Burghügel und dem Stapferbühl erblickt man zwei dicht bewaldete Erdwälle, die Bodenerhöhungen, welche das Furtthal vom Katzenbachthal trennen. Recht idyllisch ist das Südostufer. Erst schliesst sich der Wald, das Seehölzchen, dicht an das Ufer an. Die Bäume, alles Laubhölzer, und zwar vorwiegend Erlen und Hagenbuchen, sind gegen den See hin vornüber geneigt und bilden mit ihren Kronen ein schützendes Dach über der Uferregion. Der Wald entfernt sich nach Osten immer mehr und mehr vom Ufer. Zwischen ihm und dem See dehnt sich ein immer breiter werdender Kiesplatz aus, der bedeckt ist von zahlreichen Schneckenschalen. Immer weiter weicht der Wald zurück. Der Uferstreifen wird immer breiter, ist aber nicht mehr ein kahler Kiesplatz, sondern ein Sumpf. Der Landstreifen, welcher die beiden Seen von einander trennt, ist bewaldet; die Landzunge südlich ist bedeckt von Laubholz, in welches dann und wann eine magere Fichte eingestreut ist. Im Laubholz herrschen Birken und Erlen vor. Auf der nördlichen Landzunge stehen einige prächtige Föhren als Ueberrest eines früher grösseren Waldes. — Die Ufer des Obersees sehen weniger malerisch aus. Vom Einfluss des Riedbaches bis zum Ausfluss des Katzenbaches und von da bis zum Südufer umgeben Wiesen den See. Das Ostufer liegt durchschnittlich zwei Meter höher als das Seeniveau. Das Gelände steigt vom See aus ziemlich steil zu dieser Höhe an. Am Ausfluss des Katzenbaches steht eine hübsche Gruppe von Birken und Erlen, die sich im Landschaftsbild nicht übel ausnimmt. Das Torfmoor am Südufer des Obersees bietet dem Botaniker eine Fülle interessanter und zum Teil seltener Pflanzen. In das Ried eingestreut finden wir Weiden, Birken und hie und da eine kümmerliche Föhre.

2. Der See und seine Ufer.

Der Katzensee gehört zu den kleinen Wasserbecken. Die gesamte Flächenausdehnung beträgt 354 375 m^2, wovon auf den Obersee 148 750 m^2 entfallen, während der grosse See eine Fläche von 205 625 m^2 bedeckt. Beide Teile des Sees sind nach Angabe der Bauern der Gegend unermesslich tief, der kleine noch unermesslicher als der grosse. In That und Wahrheit sind es aber ganz flache Wasserbecken. Der Spiegel des grossen Sees liegt nach der topographischen Karte 443,1 m. über Meer, der tiefste Punkt 435 m. Der Obersee weist die tiefste Stelle bei 436 m., das durchschnittliche Niveau bei 442,5 m. auf. Die Tiefe der Seen beträgt demnach 8,1 beziehungsweise 6,5 m. Damit stimmen allerdings meine Beobachtungen im grossen See nicht. Ich fand als grösste Tiefe 7,8 m. Es lässt sich vermuten, dass der See früher grösser war, dass z. B. das Hänsisried und das Ried südlich des kleinen Sees Teile des Sees ausmachten. Die Verhältnisse sind indessen noch nicht genügend untersucht, namentlich fehlen Untersuchungen über die Ausdehnung der Seekreide.

Der Seeboden ist flach und bedeckt mit feinem Sand, dem viel organische Partikel und Schneckenschälchen beigemengt sind. Kohlensaurer Kalk in feinster Zerteilung bildet die oberste Schicht des Seebodens, die Seekreide.

Die Ufer des Sees sind vielgestaltig; teils steil abfallend, teils langsam in den See sich verlierend, nirgends jedoch überhängend. Nach Seligo (37)[1] teilt man die Uferregion ein in zwei Teile, die Schaar und den Schaarberg, die Grenzkante zwischen beiden wird als Schaarrand bezeichnet. Forel (10) teilt das Ufer in mehr Regionen ein: Den Hang und die Wysse, die Halde und die Böschung des Seekessels. Hang und Wysse gleich Schaar nach Seligo, Halde gleich Schaarberg. Unter der Schaar verstehen wir den Uferrand, der durch Erosion und Alluvion mit Hülfe des Wellenschlags zu stande gekommen ist. Der Abfall zum Seegrund wird als Schaarberg bezeichnet. Als Grenze zwischen beiden zeigt sich immer

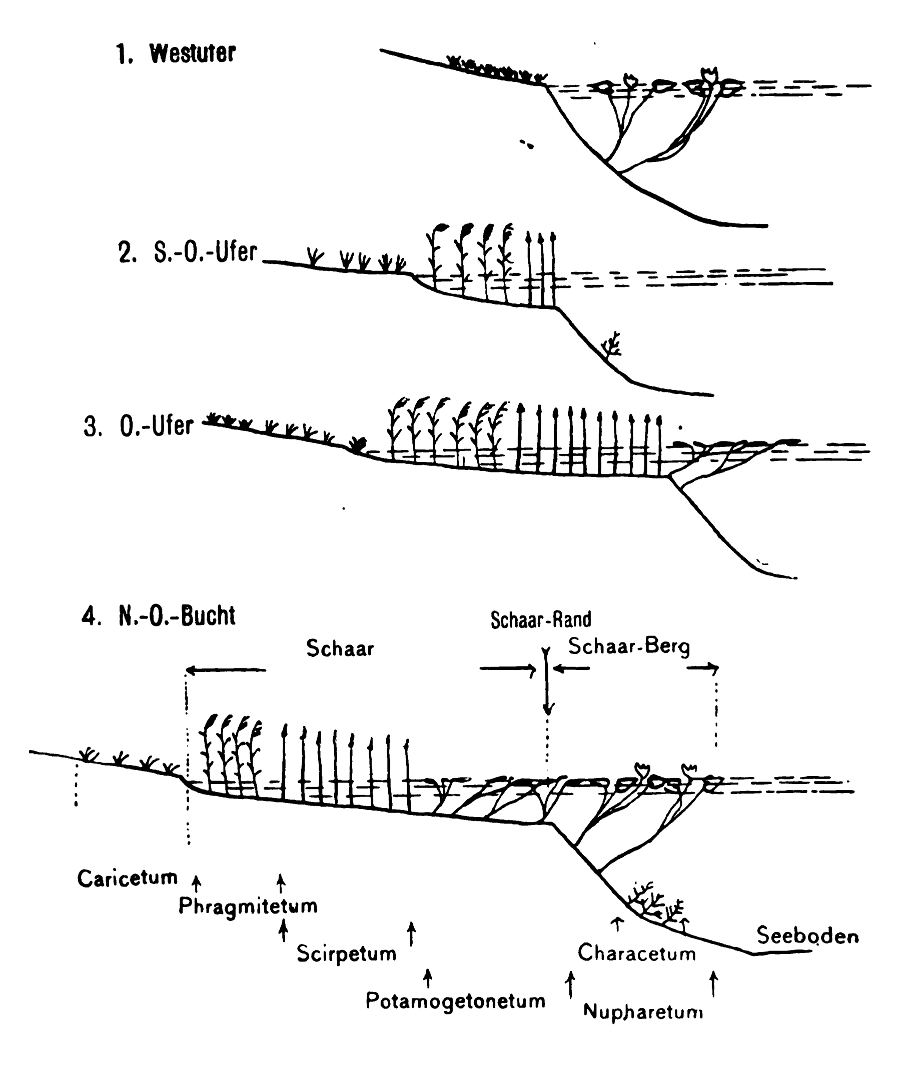
---

[1]) (37) = Nr. 37 des Litteraturverzeichnisses.

eine mehr oder weniger scharfe Kante, der Schaarrand. Derjenige Teil der Schaar, der bald trocken liegt, bald unter Wasser steht, heisst Grenzzone, nach Forel: überschwemmbarer Hang.

Uferformationen am Katzensee.

(schematisch dargestellt).



In typischer Ausbildung finden wir Schaar und Schaarberg in der östlichen Bucht des grossen Sees, vom Seehölzchen bis zum Stapferbühl auf dem Nordufer. Dem Seehölzchen entlang besteht die Uferbedeckung zunächst aus bis handgrossen Steinen, weiter hinaus nimmt das Korn der Gerölle immer mehr ab, und feiner Sand und Schlamm lagern sich zwischen den Kies ein. Stellenweise begegnen wir auch einem Blocke von mehreren dm^3 Inhalt. Diese Ausbildung der Schaar reicht 3—5 m. in den See hinaus. Der Schaarrand liegt etwa ein Meter unter dem Seespiegel, der Schaarberg fällt steil ab. Dem Ostufer entlang und besonders in der Nordost-Ecke ist die schlammige Ausbildung der Schaar vorherrschend, hier reicht sie bis 10 m. in den See hinaus. Sie weist vom festen Ufer bis zum Rand ein leichtes Gefälle auf. Der Schaarrand liegt ungefähr 1 m. unter dem Seeniveau. Eine ähnliche Uferbildung wie am Ostufer trifft man in der Südwest-Ecke des Sees. Dem Nordufer entlang wird die Schaar gegen den Stapferbühl hin immer schmäler und zugleich geht die schlammige Ausbildung in die kiesige über. Am letzten Viertel des Nordufers wie am Westufer fehlt die Schaar; der Schaarberg fällt sanft zum Seegrund ab. Etwa in der Mitte des Südufers, bei den Eishäusern, fällt das Ufer sehr steil ab. In einer Entfernung von einem Meter vom Ufer findet man schon 2,5 m. Seetiefe.

Im kleinen See trifft man' die typische Schaarausbildung am Ostufer. An allen andern Stellen fällt das Ufer mässig steil zum Seegrunde ab.

3. Die Zu- und Abflussverhältnisse.

Der Katzensee ist der Hauptsache nach eine Grundwasseransammlung. Grabungen in der Umgebung des Sees förderten folgendes Resultat. Zu oberst liegt eine Schicht Ackererde, darunter liegt Kies, der gegen die Tiefe hin immer mehr Beimischung von Sand und Erde aufweist und schliesslich ganz in Sand ausartet. Unter dem Sand, in circa 6 m. Tiefe liegt eine Lehmschicht, darunter folgt Sand und unter dem Sand liegt Kies. Diese Kiesschicht ist wasserführend, sie speist die Sodbrunnen der Gegend. Nach Untersuchungen (44) der Herren Albrecht und Prof. Heim stehen die Rieder um den Katzensee und diejenigen des Furt-

thales bis Oetlikon mit einander und mit dem Katzensee in Verbindung durch das Grundwasser der tiefen Kiesschicht. Dieses Grundwasser hauptsächlich speist den Katzensee. Die über dem Lehm liegenden Schichten sind ebenfalls Wasser führend, doch ist der Wasserreichtum geringer als derjenige der untern Kiesablagerung, zudem ist die Verkittung des Katzensees gegen diese Kiese hin zu dicht, als dass Wasser durchfliessen könnte.

Oberirdische Zuflüsse erhält der Katzensee auch. In den kleinen See mündet der Abfluss des Tiefen Riedes und vom Nordufer her kommen einige Drainbäche. Im Südwest-Winkel des grossen Sees fliesst bei Regenwetter nach längerer nasser Zeit der Abfluss des Hänsis-Riedes in den See. Nahe bei den Eishäusern, im Seehölzchen, sprudelt eine ergiebige Quelle, die ihre klaren Wasser zum See sendet. Weiter östlich durchfurchen eine Menge von Bächlein den kreidigen Boden. Es sind meist künstlich angelegte Gräben, die das Wasser der obern Kiesschichten dem See zuleiten.

Der Abfluss des Katzensees heisst Katzenbach. Seine Austrittsstelle liegt in der östlichen Ecke des kleinen Sees. Er ist ein friedliches Wässerlein, das selbst bei Regen und in nassen Jahren nicht allzu grosse Wassermengen führt. In trockenen Zeiten fehlt ihm das Wasser fast gänzlich.

Der Katzensee ist infolge der leicht wechselnden Wassermassen seiner Zuflüsse häufigen Niveauschwankungen ausgesetzt, die zwar jeweils nicht erheblich sind, im Maximum 30 cm. Eine ausgiebige Regenwoche genügt, um das Niveau um 20 cm. zu erhöhen; eine trockene Woche setzt es um ebensoviel herab.

4. Die Geologie des Katzenseegebietes.

Das Katzenbach-Furtthal ist in die obere Süsswassermolasse gebettet. Es finden sich in dem Thale ziemlich viele Glacialablagerungen, welche die Molasse bedecken. Nur an den begleitenden Höhenzügen tritt sie frei zu Tage. Das Thal ist ein typisches Erosionsthal; es ist aber kaum möglich, dass so schwache Bäche, wie der Katzenbach und die Furth, dasselbe herausmodelliert haben. Beobachtungen von Heim, Albrecht, Früh u. a. lehren uns, dass die Glatt in früheren Jahren dieses Thal durchfloss und diese Arbeit verrichtete. Damals floss die Glatt von Wallisellen an

nordwestlich und mündete bei Würenlos in die Limmat. Die erste Kiesablagerung auf der Molasse ist schön geschichtet und ist wahrscheinlich Geschiebe der Glatt. Als die Gletscher vorrückten, bedeckte ein solcher auch das Glatthal. Auf dem Kies lagerte er die Grundmoräne ab und darüber Wallmoränen. In der ersten Interglacialzeit floss der Fluss wieder seinen alten Weg und beseitigte durch tiefes Einschneiden teilweise die Glacialbildungen. Der Gletscher der zweiten Eiszeit überführte das Thal abermals mit Schutt; bei Seebach lagerte der Gletscherbach grosse Kiesmassen ab, die heute ausgebeutet werden. Diese Kiesablagerungen wurden aber durchsägt durch den Fluss, der in der zweiten Interglacialzeit sich tiefer in das Thal einschnitt. Der dritte Gletscher überdeckte das Flussbett mit Grundmoräne. Der Gletscher endigte in der Gegend zwischen Watt und Regensdorf. Der Bach überführte beim allmählichen Rückzug des Eisstromes das Furtthal mit Kies, so dass es heute höher liegt, als das Gebiet um den Katzensee herum. Der Gletscher hinterliess als Wallmoränen die beiden halbkreisförmigen Erdwälle, die heute das Thal in zwei Abschnitte teilen, und die sich hinziehen von der „Alten Burg" bis zum „Wolfgalgen" bei Watt. Weitere Rückzugsmoränen liegen vor dem Dorfe Affoltern, beim Horenstein, auf den Fluvioglacialkiesen bei Seebach und vor Wallisellen. Hier machte der Gletscher offenbar längere Zeit Halt, und der Bach überführte die Westseite des heutigen Glatthales mit grossen Kiesmassen. Nach dem Rückzuge des dritten Gletschers vermochte die Glatt die Schuttmassen vor Seebach nicht mehr zu durchbrechen; sie wurde durch diese abgelenkt und fliesst nun nördlich dem Rheine zu.

Im Katzenbachthal sammelten sich nun in der Kiesschicht über der Molasse und dem Gletscherschutt über der Grundmoräne die Grundwässer der Gegend an und bedingen den sumpfigen Charakter des Thales. Allmählich drainierten sich die Sümpfe gegen die Glatt hin. Die Glatt schnitt sich immer tiefer ein. Die Folge davon war die Tieferlegung und das Rückwärtseinschneiden des Katzenbaches. Schliesslich erreichte dieser den Obersee und bildete den Abfluss des Sees, der diesen rückwärts gegen die Glatt hin entwässert. Der Spiegel des Sees sinkt seit jener Zeit stetig, worauf namentlich die Seekreidebildung am Südufer hinweist, die jetzt trocken liegt. Die Verlandung durch Pflanzenwuchs trägt

auch ihren Teil bei zur Verkleinerung des Sees. Dass dieser Faktor nicht unwesentlich ist, zeigt eine Arbeit von Dr. H. Walser (42) in welcher nachgewiesen ist, dass von 149 Seen, die auf der Gyger Karte (1668) verzeichnet sind, 73 kleinere ganz verschwunden und 16 andere stark verkleinert worden sind und zwar wahrscheinlich durch natürliche Ursachen (Verlandung, Verschüttung).

Zusammenfassend können wir uns nun über die Natur des Katzensees wie folgt ausdrücken: Der Katzensee ist seiner Entstehung nach ein Moränensee. Wir haben hier einen schönen Fall einer centralen Depression, wie man sich nach Penk ausdrückt. Der See liegt zwischen Moränen. Wallmoränen der dritten Eiszeit sind: die beiden halbkreisförmigen Erdwälle westlich des Sees, ferner der Stapferbühl und die Erhebungen beim Horenstein. Das Seehölzchen und das Herrschaftshaus stehen auf flachen Moränen der zweiten und dritten Eiszeit. In solche Bildungen hat sich auch eine Strecke weit der Katzenbach eingeschnitten. Der See wird rückwärts gegen die Glatt hin drainiert. Das Katzenbach-Furtthal ist ein totes Thal, ein Thaltorso, welches durch Glacialablagerungen in zwei Thäler geteilt wird. Der oberste Teil des Furtthales liegt höher als der Katzensee (Kennzeichen der centralen Depression); der Thalboden westlich des Sees ist durch Fluvioglacialkiese erhöht. (Geol. Karte d. Schweiz 1:100,000, Bl. 3 u. 8).

5. Die Regionen des Sees.

Das Gebiet eines Sees zerfällt nach Forel (10) in drei Regionen oder Lebensbezirke:

1) Die Uferregion oder Litoralregion
2) Die Tiefenregion
3) Das offene Wasser oder die limnetische Region.

Die Uferregion umfasst die Seichtgründe des Ufers bis zur Grenze des höhern Pflanzenwuchses, das Gebiet, soweit der Boden übergrünt ist. Die Grenze liegt verschieden tief. Für den Bodensee wird sie auf 30 m. angegeben. Im Katzensee fand ich sie bei 2—3 m.

Die Tiefenregion umfasst den Boden von der Grenze der Uferregion an abwärts.

Die limnetische Region wird einerseits begrenzt durch die Uferregion, anderseits durch die Tiefenregion, sie ist der Auf-

enthaltsort des Planktons. Mit dieser Region wollen wir uns im Folgenden besonders beschäftigen.

Der Katzensee zeigt alle drei Regionen, seine limnetische Region ist es, die uns zunächst interessiert.

6. Die Lebensbedingungen im See.

a. Die Temperatur des Wassers ist abhängig von der Temperatur der Luft. Besonders das Oberflächenwasser wird sich sehr nahe in seiner Wärme derjenigen der Luft anpassen. Je seichter ein See ist, um so mehr wird auch die Temperatur des Tiefenwassers von derjenigen der Luft abhängig sein. Der Katzensee ist ein kleines, flaches Wasserbecken und ist demzufolge grossen Temperaturschwankungen ausgesetzt. Wenige kühle Tage führen schon eine erhebliche Temperaturerniedrigung herbei. Ein paar sonnige Tage im Winter befreien den See vom Eis. Der See gefriert jeden Winter. 1897 auf 98 war er gefroren von Ende Dezember bis Ende Februar, 98 auf 99 um Weihnachten und Ende Januar jeweils nur zwei bis drei Tage. Der Katzensee gehört nach Forel (l. c.) zu den Seen vom gemässigten Typus. Vom Frühling bis Herbst ist das warme Wasser an der Oberfläche, das kältere am Grund, im See herrscht dann die „stratification directe". Im Winter ist die Sache umgekehrt: wir haben dann „stratification inverse"; das Wasser von 4° liegt am Grunde, während das kältere von 4—0° höher liegt, bei gefrorenem See das von 0° zu oberst.

Im Sommer beträgt die Differenz der Temperaturen von Grund und Oberfläche 5—7°. Ende des sehr warmen Augustes 98 fand ich eine Differenz von 10°, Mitte Februar 99 eine solche von nur 0,2°.

Ein Wärmeunterschied besteht auch zwischen dem Oberflächenwasser im freien See und demjenigen am Ufer, die Temperaturdifferenz schwankt zwischen 3 und 6°.

Während des Jahres 98 und Anfang 99 habe ich alle zwei bis drei Wochen im See drei Temperaturen gemessen: an der Oberfläche, in 4 m. Tiefe und in 7 m. Tiefe. Die Resultate finden sich aufgezeichnet auf Tafel II. Die Temperatur der mittleren Tiefe ist weggelassen.

Als Thermometer benützte ich ein gewöhnliches Maximum- und Minimumthermometer. Für Messungen in seichten Seen eignen sich derartige Instrumente vorzüglich, sobald es sich aber um

grössere Tiefen handelt, sind die Thermometer von Miller-Casella und Negretti und Zambra zu empfehlen, weil sie gegen hohen Druck gesichert sind, während gewöhnliche Thermometer infolge des Druckes, den sie in grösseren Tiefen auszuhalten haben, falsche Resultate liefern.

b. Der Druck, unter dem ein Seespiegel an der Erdoberfläche steht, beträgt eine Atmosphäre und ist gleich dem Drucke einer Wassersäule von 10 m. Höhe. Mit je 10 m. Tiefe wächst also der Druck in einem See um eine Atmosphäre. Der Druck am Grunde eines Sees von 310 m. Tiefe beträgt demnach 32 Atm. Der Grund des Katzensees steht unter dem Drucke von 1,78 Atm. Die Planktonorganismen können indessen unbeschadet des Druckes in den Tiefenschichten, in denen sie leben, existieren; denn ihre Körperflüssigkeiten und Gase stehen unter demselben Drucke, wie das die Organismen umgebende Wasser.

c. In jedem See kommen Strömungen vor, die von verschiedenen Ursachen herrühren. Hat ein See einen konstanten Zu- und Abfluss von ordentlichem Gefälle, dann macht sich immer eine Strömung geltend von der Eintrittsstelle des Flusses zum Austrittspunkt. Im Zürichsee ist diese Strömung deutlich nachweisbar. Obschon im Katzensee das Niveau des Obersees 0,6 m. tiefer liegt, als dasjenige des grossen Sees, so ist dennoch weder im See noch im Verbindungskanal ein Zug gegen den Ausfluss hin wahrzunehmen. Die Quellpunkte der Zuflüsse liegen eben fast gleich hoch wie der Seespiegel und der Katzenbach hat auf seinem 6,36 km. langen Laufe ein Gefälle von nur 15 m., das macht 2,36 ‰.

Infolge der stärkern Erwärmung des Wassers an den Ufern finden auch konstante leichte Strömungen in horizontaler Richtung von den Ufern zur Seemitte an der Oberfläche und von der Seemitte zu den Ufern am Grunde statt.

Strömungen in vertikaler Richtung werden hervorgerufen durch die Erwärmung des Wassers bei Tag und die Abkühlung in kühlen Nächten. Am mächtigsten sind die Vertikalströmungen im Frühling und Herbst zu den Zeiten, wo das Wasser im See von der umgekehrten zur normalen oder umgekehrt von dieser zur umgekehrten Schichtung übergeht, zur Zeit der Frühling und Herbstzirkulation. Die starken Zirkulationsströmungen reissen auch den leichten Grund- und Uferschlamm mit sich. Nährstoffe, Pflanzen-

teile und Tierleichen, die in demselben enthalten sind, gelangen in das Wasser und werden in demselben zerteilt. Die Zirkulation bewirkt eine möglichst gleichmässige Mischung des Wassers und somit eine gleichmässige Verteilung der Nährstoffe und Gase in demselben. Es ist das Verdienst des Amerikaners Whipple, zuerst auf die grosse Bedeutung der Zirkulation hingewiesen zu haben. Er schreibt (46): „Die Zirkulationsströme führen nicht verwertbare Zerfallprodukte vom Grund in höhere Schichten, wo sie mit der Luft in Berührung kommen und sich zu assimilierbaren Substanzen oxydieren können. Sporen von Diatomaceen gelangen durch sie in lichtreiche Regionen, wo ihnen Möglichkeit gegeben ist, sich zu entwickeln und zu vermehren." In der That vermehren sich die Diatomaceen zur Zeit der Zirkulation stark. Ich will hier bemerken, dass ich im Bodenschlamm des Katzensees noch nie Auxosporen von Melosira gefunden habe. Pinnularia und Navicula traf ich öfters in Auxosporenbildung, Melosira nie. Ebenso ist es Prof. Schröter nie gelungen, Auxosporen von den im Zürichsee wuchernden Diatomeen (Tabellaria, Fragilaria etc.) zu finden. Zacharias (50) spricht von Melosirasporen, die entstehen durch Verschmelzung der Inhalte zweier endständiger Zellen desselben Fadens. Er schliesst dieses Verhalten aus dem Befunde, dass die Endzelle gewisser Fäden prall gefüllt ist, die zweite Zelle dagegen leer.

Alle bis jetzt genannten Bewegungen des Wassers dienen auch zur Durchlüftung des Sees, sie sind indessen für dieselbe nicht von der Bedeutung wie die Bewegungen, welche durch den Wind hervorgerufen werden.

Der Katzensee liegt selten ruhig, fast immer arbeitet eine leichte Brandung an der Modellierung der Ufer, insbesondre des Nordost- und Südost-Ufers. Nicht selten sind dann im Sommer wenigstens die Uferränder bedeckt mit einer weissen schaumigen Masse, die wie Seifenschaum aussieht. Ueber die chemische Natur dieser Masse kann ich nichts angeben. Grosse Wellen entstehen auf dem Katzensee nie. Bei einem recht heftigen Südost-Wind beobachtete ich einmal solche von einem halben Meter, zwanzig bis dreissig Centimeter sind das gewöhnliche Mass. Bei Sturm scheint der See schwarz wie Jauche. — Der vorherrschende Wind in der Katzenseegegend ist der Südwest, seine Wirkung, Erosion

und Alluvion, äussert sich sehr schön in der grossen Schaarentwicklung in der Nordost-Ecke des Sees. Nord- und Nordost-Winde wehen seltener.

In einer Arbeit über den Einfluss der mittleren Windrichtung auf das Verwachsen der Gewässer weist Klinge (53) nach, dass bei Seen im allgemeinen die Verwachsung rascher vor sich geht an den Stellen, die im Windschutz liegen, und dass sich an denjenigen, wo der Wind angreift, der See eher noch vergrössert. In den Beispielen, die er anführt, ist wie im Katzenseegebiet die südwestliche die häufigste Windrichtung. Man findet dann auch an die S-W-Ecke des Katzensees angrenzend grössere Landkomplexe, die mit Sauergräsern und Sphagnum bestanden sind und wahrscheinlich früher Teile des Sees ausmachten, während in der N-O-Ecke solche Erscheinungen fehlen.

Es ist selbstverständlich, dass die Uferregion vom Wellenschlag am herbsten heimgesucht wird. Der Pflanzenwuchs schützt jedoch die Ufer vor zu starker Erosion, zudem gewährt er den Ufertieren Schutz gegen die Gewalt des Wassers. Die Mitglieder der Uferfauna sind auch ihrer grossen Mehrzahl nach ausgerüstet mit Apparaten, die ihnen gestatten, sich an Wasserpflanzen festzuhalten, oder dann können sie sich im Schlamm verkriechen und dort Schutz finden.

Der Grund wird selten durch Wind und Wellen aufgewühlt. Die Fauna und Flora des Grundes entbehrt denn auch jeglicher Haftorgane.

d. Chemisch reines Wasser findet man wohl in keinem See. Das Wasser enthält immer eine Menge von Substanzen in Lösung und in Suspension. Seen, die in kalkreichen Gebieten liegen, enthalten viel Kalk gelöst, das Wasser ist hart. Seen in Torfgebieten führen Wasser, das reich ist an Humussäuren. Die Zusammensetzung des Wassers schwankt mit den Jahreszeiten. Im Sommer ist das Wasser warm, seine Lösungsfähigkeit für feste Substanzen ist grösser, die für Gase geringer als im Winter. Wenn im Herbst die Uferflora abstirbt, so ist diese Erscheinung auch nicht ohne Einfluss auf das Wasser. Es nimmt dieses eine Menge Zersetzungsprodukte in Lösung auf und wird demnach unreiner sein als im Sommer, wenn ihm gelöste Substanzen entzogen werden, um beim Aufbau der Lebewelt in und um den See Ver-

wendung zu finden. Einige Daten, die ich dem Berichte über die Wasserversorgung der Stadt Zürich im Jahre 1896 entnehme, mögen die Verhältnisse erläutern.

Das unfiltrierte Zürichseewasser zeigte den höchsten Gehalt an organischen Substanzen im Mai und September. In den Juni und August fällt der maximale Gehalt an freiem Ammoniak, während albuminoides Ammoniak vom April bis Mai und im Oktober die höchste Ziffer erreichte. Im Februar, April und Ende Oktober war freies Ammoniak gar nicht nachweisbar, albuminoides von Mitte November bis Ende Februar nur in ganz minimaler Menge. In den Winter fällt ebenfalls der kleinste Gehalt an organischen Substanzen. Um einen Einblick in die Qualität des Zürichseewassers zu geben, stelle ich folgende Tabelle auf.

	min.	max.
Gehalt an organ. Substanzen (mg. per l.)	18	23
„ „ freiem Ammoniak „ „ „	0	0,034
„ „ album. Ammoniak „ „ „	0,04	0,062

Es leuchtet ein, dass die Zusammensetzung des Wassers an der Oberfläche und am Grund, sowie auch am Ufer und im offenen See nicht dieselbe ist. Zweifellos wird sich das Wasser im See nicht nur nach der Temperatur, sondern auch nach der Concentration der Lösung an festen Substanzen (z. B. $CaCO_3$) schichten. Das Wasser am Ufer ist offenbar auch reicher an Zerfallsprodukten der Uferflora als das Wasser des offenen Sees.

Im Katzensee habe ich zweimal Wasserproben gefasst, im Juni und im November 1897, und dieselben im agriculturchemischen Laboratorium des Polytechnikums nach Anleitung von Herrn Dr. Winterstein analysiert. Die Resultate hat mir Herr Dr. Winterstein in höchst verdankenswerter Weise kontroliert. Die Bestimmung der im Wasser enthaltenen Mengen von Nitraten und Nitriten verdanke ich Herrn Pfenninger, Assistent am chem. Laboratorium der Stadt Zürich. Zur Bestimmung der freien und halbgebundenen Kohlensäure benützte ich die Methode von Pettenkofer, die Menge der gelösten organischen Substanz wurde nach der Permanganatmethode bestimmt. Die Methode von Miller wandte ich an zur Bestimmung des Ammoniaks. Umstehend die Resultate:

	Gesamt-CO_2	Gesamt-NH_3	$KMnO_4$ zur Oxydation d. org. Subst.	N_2O_3	N_2O_5	Rückstand	Glüh-Rückstand
Juni	8,976 mg.	0,199 mg.	12,399 mg.	Spuren	Spuren	193,8 mg.	113,2 mg.
Nov.	12,320 mg.	0,119 mg.	43,450 mg.	Spuren	Spuren	223,0 mg.	103,8 mg.

Die oben angeführte Analyse bezieht sich nur auf das Oberflächenwasser des Katzensees, die Zahlen geben die Menge in Milligramm per Liter an.

Ich gebe im folgenden zum Vergleich einige Analysen[1]) über das Zürichseewasser im Herbst 1884.

Datum	Lokalität	Organ. Substanzen $KMnO_4$	Freies Ammoniak	albumin. Ammoniak	salpetr. Säure	Salpet.-S. als N_2O_5
18. Nov.	Seemitte, beim Zürichhorn 30 cm. unter Spiegel	23,77	0,021-0,014	0,072-0,064	—	Spur
10. Nov.	Seemitte, 200 m. oberh. d. Quaibrücke 30 cm. u. Spiegel	23,56	0,018	0,058	—	Spur
18. Nov.	Seemitte, 100 m. oberh. d. Quaibrücke 30 cm. u. Spiegel	28,20	0,020-0,019	0,082-0,080	—	Spur

Ich entnehme die vorstehende Analyse dem Berichte der erweiterten Wasserkommission über die Wasserversorgung von Zürich (44). Die Qualität des Zürichseewassers wird als gut bezeichnet, im Vergleich zum Katzenseewasser ist sie vorzüglich.

Im Katzenseewasser ist die Menge der freien und halb gebundenen Kohlensäure eine ganz beträchtliche; die halb gebundene Kohlensäure ist an Kalkcarbonat gebunden und bildet mit diesem das Calciumbicarbonat $Ca(HCO_3)_2$. Nach der Analyse ist der Gehalt des Wassers an CO_2 im Herbst grösser als im Sommer. Das rührt daher, weil das kalte Wasser mehr CO_2 festhalten kann als das warme. Ferner ist im November die Vegetation um den See schon im Absterben begriffen und liefert dadurch viel Kohlensäure, die auf irgend einem Wege dem See zugeführt wird. — Unglaublich gross ist die Menge der organischen Substanz im

[1]) in mg. pro Liter.

Novemberwasser, überhaupt ist die Menge der organischen Substanz ziemlich gross. Es ist diese Thatsache leicht begreiflich. Rings um den See herum liegen Torfmoore. Das Wasser reagiert infolge des hohen Gehaltes an Kalkbicarbonat deutlich alkalisch und ist daher fähig, viel Humussäure aus dem Torf zu lösen. Das Wasser enthält im Herbst mehr CO_2, reagiert daher stärker alkalisch und führt somit dem See mehr organische Substanz zu als im Sommer, wie die Analyse deutlich zeigt. Ueberdies steht auch der hohe Gehalt an org. Substanzen im Zusammenhange mit dem Rückgang der Uferflora. — Der Gehalt an Ammoniak und Ammoniaksalzen lässt sich durch direktes Nesslerisieren nachweisen, er ist im Sommer und im Winter ziemlich gleich, im Sommer eher etwas grösser, was davon herrühren mag, dass die Wärme die Verwesung von im See treibender organischer Materie begünstigt und dadurch den Ammoniakgehalt steigert. — Salpetersäure und salpetrige Säure sind nur in Spuren vorhanden, immerhin weist ihre Anwesenheit darauf hin, dass das Wasser verwesende Stoffe enthält. — Der Glührückstand erwies sich in beiden Wasserproben als beträchtlich, er bestand fast nur aus Kalkcarbonat. Es ist aber dieser hohe Gehalt an $CaCO_3$ nichts überraschendes. Die Kiese des Katzenseegebietes sind reich an Kalk und das stark CO_2 haltige Wasser konnte davon viel lösen. Das Katzenseewasser ist hart. Der Genfersee enthält nur 74 mg. $CaCO_3$ im Liter gelöst, die Seen des Jura dagegen bis 210 mg. Der geringere Kalkgehalt des Novemberwassers mag herrühren von der grössern Kälte des Wassers und dem daher geringern Lösungsvermögen für feste Körper. — Der Gesamtrückstand war im November grösser als im Juni, vermöge des höhern Gehaltes des Wassers an organischer Substanz, die neben der CO_2 beim Glühen verloren geht.

Die Analyse zeigt deutlich, dass im Katzensee alle Stoffe enthalten sind, aus denen die Pflanzen des Planktons und des Ufers sich aufbauen. Die Uferflora ist denn auch üppig, das Plankton dagegen ziemlich arm.

e. Die Farbe des Wassers ist abhängig von seiner Eigenfarbe und von der Menge der gelösten farbigen Substanzen. Die suspendierten Teilchen fallen, wie Forel (11) gezeigt hat, nicht in Betracht, sie verursachen nur Trübung des Wassers, aber keine Farbenveränderung. Chemisch reines Wasser ist nach Bunsen rein

blau. Je reicher aber das Wasser an gelösten Humussäuren ist, um so mehr weicht die Farbe von der blauen ab und nähert sich der grünen und braunen. Bunsen bediente sich, um die Wasserfarbe zu beurteilen, einer undurchsichtigen Röhre von 4 m Länge, füllte sie mit Wasser und verschloss die beiden Enden mit durchsichtigen Platten. Dieselbe Methode könnte man nun zur Ermittlung der Wasserfarbe in der Limnologie anwenden. Forel hat denn auch eine Methode begründet, die auf demselben Prinzip beruht wie die Bunsen'sche: Betrachtung einer hinlänglich dicken Wasserschicht. Die Methode ist folgende:

Wir fahren mit dem Schiff in das „blaue Wasser" des Sees hinaus. Es ist dies diejenige Region der Tiefe, bei welcher der Seeboden nicht mehr sichtbar ist und kein Licht mehr reflektiert, also schwarz scheint. Für den Genfersee giebt sie Forel (l. c) zu 20 m. an. Nun schaut man senkrecht auf die Wasserfläche. Ueber sich spannt man einen schwarzen Schirm auf, um die störende Wirkung der Sonnenstrahlen abzuhalten. Ist die Seenoberfläche gekräuselt, so beobachtet man durch einen Wasserspiegel. Der Beobachter erkennt so die Farbe des Sees als blau, grün oder grünbraun. Forel hat, um ein Mass für die Wasserfarbe zu haben, eine Scala konstruiert durch Mischung von bestimmten Mengen einer alkalischen Kupfersulfatlösung mit bestimmten Mengen einer neutralen Lösung von Kaliumbichromat. Die Lösungen sind folgende:

Blaue Lösung		Gelbe Lösung	
$CuSO_4$	1	Kaliumbichromat ($K_2Cr_2O_7$)	1
NH_3	5	aqua dest.	199
aqua dest.	194		
	200		200

Die Scala erhält man durch folgende Mischungen:

No.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
blau	100	98	95	91	86	80	73	65	56	46	35
gelb	0	2	5	9	14	20	27	35	44	54	65

Die Farbe des Genfersees entspricht No. IV der Scala,
Zürichsee VI—VII
Katzensee X—XI.

Auf diesen letztern See ist die Methode von Forel nur anzuwenden bei bedecktem Himmel. Der See ist nämlich zu wenig tief, als

dass das reflektierte Licht vom Seeboden nicht stören würde. Ueberhaupt eignet sich die Methode nur vorzüglich für tiefe Seen, die zudem nur wenig Torfsubstanzen gelöst enthalten.

Ule (41) hat die Scala noch erweitert dadurch, dass er von No. XI an ein braunes Salz, nämlich Kobaltsulfat, hinzufügt. Die so erweiterte Scala soll nun auch auf Seen mit viel Humussäure anwendbar sein.

In Amerika verwendet man zur Bestimmung der Wasserfarbe die Nesslerscala. Das zu untersuchende Wasser wird in einen Cylinder von bestimmter Höhe und bestimmtem Volumen gebracht. In gleiche Cylinder bringt man reines H_2O mit wechselnden Mengen einer konzentrierten Ammoniaklösung und je einem cm^3 Nesslers Reagens. Es entstehen so verschiedene Farbentöne, die man beurteilt dadurch, dass man von oben auf die gefüllten Cylinder schaut, die auf weissem Grunde stehen. Mit diesen Farbentönen vergleicht man die Farbe des zu beurteilenden Wassers. Das Katzenseewasser entspricht 0,2 cm^3 NH_3 in der Nesslerscala, nur ist die Nuance eine andere, nämlich braun, während alle Töne der Scala ins Orange hinüber spielen. Die Nesslerscala ist nur verwendbar für deutlich bräunliche oder gelbe Wasser.

Für den Katzensee habe ich keine Beobachtungsreihe über die Wasserfarbe aufgestellt, sondern nur hie und da in den Planktonprotokollen eine Notiz gemacht. Die Wasserfarbe des Katzensees bleibt jahrein jahraus ziemlich gleich, im Winter ist sie etwas dunkler als im Sommer, weil das stärker alkalische Winterwasser mehr Humussäuren lösen kann, als das Sommerwasser.

f. Das Licht dringt in das Wasser nur bis zu einer gewissen Tiefe ein. Versuche mit Chlorsilberplatten zeigten die Lichtgrenze bei 115 m. Bromsilberplatten werden noch bei 200 m. geschwärzt. Versuche im Genfersee bewiesen, dass im September das Licht bis zu 170 m., im März bis 200 m. und im April gar bis zu 250 m. Tiefe eindringt. Diese Versuche wurden alle mit photographischen Platten angestellt und beweisen uns also nur, dass die Strahlen des Lichtes von grün bis violett in so grosser Tiefe noch nachweisbar sind. Ob aber auch rote und gelbe Strahlen, die für die Assimilation der Pflanzen wichtig sind, noch so tief eindringen, zeigen sie uns nicht.

Ueber die Absorption des Lichtes hat Secchi Versuche angestellt. Er fand, dass in dem von einer weissen Scheibe reflektierten Licht mit zunehmender Tiefe zuerst die roten, dann die gelben und später die grünen Strahlen verschwinden. Zuletzt bleiben nur noch blau, indigo und violett, eben die auf Silbersalze noch schwärzend wirkenden Strahlen.

Hauptsächlich das Licht ist für das Leben der Pflanzen von eminenter Bedeutung. Ohne Licht findet keine Assimilation statt. Chlorophyll entwickelt sich nur unter dem Einflusse des Lichtes. Ueber den Einfluss des Lichtes auf das Wachstum der Diatomaceen haben wir bestimmte Anhaltspunkte. Whipple (47) hat Versuche angestellt mit Asterionella, die er in gleichen Anzahlen in Kolben eingeschlossen in verschiedene Tiefen versenkte. Je grösser nun die Tiefe war, um so weniger stark vermehrten sich die Diatomaceen. Die stärkste Vermehrung fand statt in der Tiefenschicht von 8 bis 3 m. Die Versuche zeigen deutlich, dass bei grösserer Lichtintensität die Asterionellen sich stärker vermehren. Zu starke Beleuchtung dagegen fördert das Wachstum nicht, wie die Versuche deutlich darthun. In geringern Tiefen als 2 m. nämlich war fast keine Vermehrung zu bemerken.

Der Katzensee ist nur 7,8 m. tief. Wir dürfen also annehmen, dass das Sonnenlicht ihn ganz durchleuchtet, dass sogar der Seegrund noch ziemlich intensiv beleuchtet werde. Es wäre demnach grünen Pflanzen wohl möglich, am Grunde zu wachsen. Der Seeboden aber ist kahl, keine submersen Phanerogamen, keine Characeen bedecken ihn. Dass das Licht aber bis zum Grunde eindringt, zeigt besonders deutlich der Umstand, dass die Chlorophyceen Scenedesmus quadricauda und Coelastrum sphaericum in Fängen aus 7 m. Tiefe recht häufig sind, während sie in Fängen aus nur 5 m. nur vereinzelt vorkommen.

g. Die Transparenz eines Seewassers ist abhängig von dessen Farbe, von der Menge der suspendierten mineralischen, organischen und organisierten Körper, ferner von der Beleuchtung und der Tageszeit. Den Einfluss der Beleuchtung und der Tageszeit kann man eliminieren oder doch wenigstens abschwächen dadurch, dass man immer zur selben Tageszeit und im Schatten eines grossen Schirmes beobachtet. Den Einfluss der suspendierten Partikel können wir, wie denjenigen der Wasserfarbe, nicht auf-

heben, es soll uns ja die Durchsichtigkeit ein Mass geben für die Klarheit des Wassers, für die Menge der suspendierten Substanzen. Zum Suspendierten gehört vor allem das Plankton. Die Variationen in der Transparenz aber allein auf die Veränderungen in der Planktonmenge zurückführen zu wollen, wäre entschieden verkehrt. Denn gerade in kleinen Seen, wie der Katzensee, ist der Detritus nahezu so reichlich wie das Plankton.

Die Transparenz bestimmen wir nach der Methode von Forel mit einer weissen Scheibe. Ich habe auf meine Scheibe ein schwarzes Kreuz malen lassen; mit einer solchen Scheibe lässt sich nach meinen Erfahrungen die Sichtbarkeitsgrenze viel schärfer markieren als mit einer rein weissen. Sehr zu empfehlen ist, die Scheibe tiefer als bis zum Punkte des Verschwindens sinken zu lassen und beim Aufziehen dann auch den Punkt des Wiedererscheinens zu notieren, wie schon Forel vorschreibt. Dieses Verfahren empfiehlt sich schon aus dem Grunde, weil bei stark schief einfallendem Sonnenlicht die Scheibe sich bis nahe zur Transparenzgrenze im Schatten bewegt, dann aber plötzlich wieder hell aufleuchtet, wenn sie in den Bereich der Sonnenstrahlen gelangt. Bei bewegtem See muss die Transparenzbestimmung unter Anwendung des Wasserspiegels geschehen. Bei starken Wellen ist sie überhaupt unmöglich.

Wie schon bemerkt, ist die Transparenz abhängig von der Menge der suspendierten Partikel inklusive Plankton. Diese wechselt aber mit den Jahreszeiten und zufälligen Erscheinungen wie starke Trübung des Sees durch Stürme. Im allgemeinen ist die Transparenz im Sommer geringer als im Winter. Forel giebt hierüber eine sehr scharfsinnige Erklärung. Im Sommer, schreibt er (l. c. pag. 429), zeigt das Wasser eine genaue Stratifikation, die bewirkt, dass die verschiedenen suspendierten Partikel im Wasser gleichmässiger verteilt sind, da sie sich jeweils in den Schichten aufhalten, die ihrem spez. Gewicht am nächsten kommen. Der leichte pflanzliche Detritus z. B. schwimmt an der Oberfläche ebenso halten sich die limnetischen Cyanophyceen an der Wasseroberfläche auf. Im Winter ist die Stratifikation undeutlich. Die Temperatur des Wassers unter der Eisdecke, sowie diejenige des Grundwassers, beträgt 4°. Das Suspendierte sinkt dann eben zu Boden.

Im Katzensee habe ich während zwei Jahren die Transparenz beobachtet und dieselbe auf einer besondern Tabelle (Tafel II) aufgezeichnet. Die grösste Transparenz fand ich jeweils im Januar und anfangs Februar, die geringste vom Juli bis Mitte September. Die Planktonmenge war zu dieser Zeit nicht gerade erheblich; doch fällt in den Spätsommer die Wasserblüte von Clathrocystis. Zur Zeit der grössten Planktonmenge betrug die Transparenz 2,9 m. Die maximale Transparenz betrug 4,5 m. die kleinste 2,10 m. Die Durchsichtigkeit des Katzenseewassers ist also nie sehr gross. Das Wasser ist eben gelb und besonders im Sommer die Detritusmenge gross.

Anders stehen die Verhältnisse im Genfersee: März T. max. 15,4, August T. min. 5,3, Jahresmittel 10,15 m.

7. Die Uferflora.

Nachdem ich nun die Lebensbedingungen im See erörtet habe, will ich übergehen zu einer kurzen Beschreibung der Uferflora, insbesondere der phanerogamischen. Doch sei es mir auch gestattet, einige Notizen über die Grundflora und Fauna und die Uferfauna, soweit sie mir bekannt ist, unterzubringen in diesem Abschnitt.

Die Pflanzenformation der Ufer des grossen Sees — den kleinen habe ich nicht in die Untersuchung einbezogen — ist je nach dem Charakter des Ufers eine verschiedene.

Wenden wir uns zuerst zum östlichen Teil des Sees und betrachten hier zunächst das Ufer beim Seehölzchen. Es ist überdeckt mit Kies und Sand und mit einer Menge von Schneckenschalen. Planorbis und Limnaea liefern dazu das grösste Kontingent. Diese beiden Genera leben noch heute auf der seichten Schaar. Ihr Vorkommen auf dem trockenen Ufer beweist, dass das Seeniveau früher höher stand. Der Pflanzenwuchs ist hier spärlich, Schoenus nigricans und ferrugineus, Scirpus pauciflorus, mehrere Carexarten und hie und da eine Scheuchzeria bilden den ganzen Pflanzenwuchs. Die Schaar ist bedeckt mit Phragmites communis auf ihrem seichtern und mit Scirpus lacustris auf ihrem tiefern Teil.

Weiter gegen die Scheidungszone der beiden Seen hin wird die Uferflora reicher. Schoenus und Scheuchzeria verschwinden, an ihrer Stelle wuchern üppig Carices. Der nackte Boden kommt hier nirgends mehr zum Vorschein. Der Schilf- und Binsengürtel wird breiter und ausserhalb desselben vegetiert üppig Potamogeton natans, begleitet von einigen andern Gattungsgenossen. Ausserhalb der Potamogetonzone finden wir submerse Pflanzen, wie Myriophyllum und Ceratophyllum.

Dieselbe Vegetation wie die beschriebene Uferstrecke zeigt das ganze Ostufer und dasjenige Stück des Nordufers, welches deutliche Schaarentwicklung aufweist. Die Verlandungsflora reicht in der Nord-ost-Ecke des Sees, entsprechend der mächtigen Schaarentwicklung, am weitesten in den See hinaus. Gegen den Stapferbühl hin, sowie auch gegen die Eishäuser hin wird die Schaar immer schmäler, die Vegetation immer spärlicher. Die Südwest-Ecke des Sees zeigt ähnlichen Pflanzenwuchs wie das Ufer beim Seehölzchen, nur finden sich hier grosse Bestände von Equisetum limosum, die dort fehlen.

Da, wo das Ufer steil abfällt, die Schaar also fehlt, fehlen auch das Phragmitetum, das Scirpetum, das Potamogetonetum und die Zone der submersen Pflanzen. Doch ganz entbehren diese Uferstellen des phanerogamischen Schmuckes nicht. Denn vor ihnen leuchten weisse Seerosen aus der grünen Fläche, die deren Blätter bilden. Das Nupharetum, aus Nymphaea alba bestehend, zieht sich fast dem ganzen Nordufer entlang und ist auch noch sehr üppig vor dem Westufer. Im grossen See findet man nur die weisse Seerose, im kleinen daneben auch Nuphar luteum.

Algen fehlen natürlich nirgends. Zwischen den grossen Pflanzen siedeln sich Spirogyren, Oscillarien, Desmidiaceen u. v. a. m. an. Die submersen Teile der Pflanzen sind überzogen von einem förmlichen Pelze von Algen. Die Steine am Ufer sind bedeckt mit einer Unmenge von Rivulariaceen, von Coleochaete, Bulbochaete und andern Algen. Ein Gürtel von Chara grenzt fast dem ganzen Ufer entlang in einer Tiefe von 2—3 m. die Zone des Pflanzenwuchses gegen den nackten Boden ab. Nicht zu vergessen sind die zahlreichen Diatomaceen, die an den Steinen braune Ueberzüge bilden.

Im Uferschlamme halb verborgen liegen zahlreiche Individuen von Anodonta, zwischen dem Schilfe und den Binsen tummeln sich

Wasserkäfer und Wasserwanzen, denen Frösche und Salamander nachstellen. Die Uferzone ist die Brutstätte zahlreicher Insekten, ihre Larvengehäuse findet man massenhaft. Zwischen den Steinen verborgen und in leeren Muscheln leben zahlreiche Egelarten, auch Hydra fusca ist zu finden. Im Pflanzendickicht treiben sich kleine Krebse, Wasserasseln und Rädertiere herum, hier ist auch der Aufenthaltsort vieler Infusorien. Festsitzende Rotatorien und Infusorien bedecken neben Algen die untergetauchten Organe höherer Pflanzen.

Den Seegrund habe ich keiner eingehenden Untersuchung unterzogen. Der Bodenschlamm beherbergt zahlreiche, schöne, grosse Diatomaceen, Arten von Surirella, Cymatopleura, Cyclotella, Pinnularia und Navicula. Die Fauna ist arm. Einige Exemplare von Macrobiotus, von Gammarus und viele Larvengehäuse von Insekten ist alles, was ich bis jetzt erbeutete.

8. Allgemeine Bemerkungen über das Plankton.

Unter Plankton versteht man die Lebewesen, welche im Wasser treiben, dem Spiel der Wellen preisgegeben sind. Das Plankton des Meeres nennt man Haliplankton, das Plankton des Süsswassers heisst Limnoplankton. Zacharias (50) bezeichnet neuerdings das Plankton der Teichgewässer als Heleoplankton, das Flussplankton als Potamoplankton. Ein einzelner Planktonorganismus heisst, je nachdem er eine Pflanze oder ein Tier ist, ein Planktophyt oder ein Planktozoon. Die Gesamtheit der Planktophyten bildet das Phytoplankton, die Gesamtheit der Planktozoen das Zooplankton. Zum Unterschied zu den pelagischen Organismen des Meeres nennt man die Planktonten des Süsswassers limnetisch. Aktiv limnetisch sind alle Organismen, die frei schwimmen, passiv limnetisch diejenigen, welche von aktiv limnetischen herumgetragen werden. Eulimnetisch heissen die immer nur im Plankton vorkommenden Pflanzen und Tiere. Organismen, die nur zufällig dem Plankton beigemengt sind, heissen zufällig — oder tycholimnetisch; sie werden auch erratische Planktonten genannt.

Wodurch zeichnet sich nun die limnetische Organismenwelt aus? Zacharias lässt sich (im Plöner Bericht 1, pag. 29) über die limnetische Fauna wie folgt vernehmen:

„Die limnetische Fauna wird nicht dadurch charakterisiert, dass sie in ihrem Vorkommen auf eine bestimmte Seeregion be-

schränkt ist, sondern vielmehr dadurch, dass die ihr angehörigen Gattungen und Arten die Fähigkeit besitzen, sich andauernd im freien Wasser schwebend zu erhalten."

Dem gegenüber steht die Ansicht von Forel, der es für wohl angezeigt hält, dass man, entsprechend den verschiedenen Lebensbedingungen in den drei Bezirken, die Fauna in 3 Abteilungen teile. Die Bestände sind nach Forel (12) vollständig verschieden unter sich. „Que accidentellement les vagues, courants ou autres circonstances fortuites transportent d'une région à l'autre quelques individus isolés, cela est incontestable, mais cela n'informe en rien la légitimité de cette distinction."

Die Definition, die Zacharias giebt, gründet sich auf die Beobachtungen, die er an den flachen Becken der norddeutschen Ebene gemacht hat und in der That gehen in flachen Becken die Regionen sehr allmählich in einander über und die Unterschiede zwischen der limnetischen Fauna und Flora und der Lebewelt der Uferzone sind nicht sehr gross.

Forel hat seine Beobachtungen in dem grossen Lac Léman gemacht, wo wirklich grosse Unterschiede in den Beständen der Organismenwelt der Ufer und der limnetischen bestehen, doch total verschieden sind die Faunen und Floren nicht. Im Zürichsee, der doch auch zu den grossen Seen zählt, sind die litorale und limnetische Flora und Fauna gar nicht sehr verschieden. Forel geht in seiner Einteilung der Faunen nach Seeregionen im Punkte der litoralen und limnetischen Fauna entschieden zu weit.

Beifügen will ich noch, dass sich besonders Kruster, die am Ufer oder in Torfstichen leben, von ihren Artgenossen im freien See unterscheiden durch plumperen Körperbau und dunklere Färbung. Diese Beobachtung habe ich namentlich gemacht an Ceriodaphnia reticulata, Cyclops strenuus und Diaptomus gracilis. Die fast vollständige Hyalinität ist für die limnetischen Kruster und für die limnetischen Tiere überhaupt kennzeichnend.

Ueber die Schwimm- und Schwebeapparate der limnetischen Organismen kann ich mich hier nicht verbreiten, doch will ich auf das schöne Werk von Franz Schütt (35) hinweisen.

Die Tiefen-Flora und Fauna ist grundverschieden von der limnetischen, sie enthält Formen, die des Schwimmens und Schwebens unfähig sind, dagegen Einrichtungen besitzen, die ihnen das Kriechen

am schlammigen Grund ermöglichen oder die ihnen gestatten, sich im Schlamm festzusetzen. Selten nur gelangt ein Tiefenorganismus ins Plankton. Hier ist eine scharfe Abgrenzung wohl angebracht. Wenn Forel scharf unterscheidet zwischen der limnetischen Organismenwelt und derjenigen der Tiefe, oder zwischen der litoralen Flora und Fauna und dem Leben der Tiefe, so besteht seine Einteilung zu Recht.

9. Die Zusammensetzung des Planktons.

Das Phytoplankton rekrutiert sich aus den Kreisen der Algen und Pilze. Von Pilzen sind namentlich vertreten die Spaltpilze oder Bakterien, daneben kommen auch parasitisch auf Fischen und Krustern lebend Saprolegniaceen und Chytridiaceen vor. Auf die Behandlung der Pilze kann ich nicht eingehen. Die Algen sind vertreten durch die Klassen der Schizophyceen oder Cyanophyceen, durch die Diatomaceen und die Chlorophyceen.

Im Zooplankton finden wir Vertreter der Kreise der Protozoa, der Würmer und der Arthropoden. Von Protozoën finden wir Amoeben, Sonnentierchen und Infusorien. Der Wurmkreis liefert die Rädertiere. Die Arthropoden endlich sind vertreten durch die niedern Krebse, durch die Ordnungen der Cladoceren und Copepoden.

Einen grossen Teil des Planktons machen die Mastigophoren aus. Sie werden bald zu den Pflanzen, bald zu den Tieren gestellt. Ich scheide sie aus aus den beiden Reichen und stelle sie zusammen, zwar lediglich deshalb, damit ich sie im Zusammenhang behandeln kann. Am zahlreichsten kommen im Plankton vor die Peridineen, zu den Dinoflagellaten gehörend. Die Euflagellaten liefern auch ein erhebliches Kontingent, sie sind namentlich vertreten durch die Familie der Volvocineen.

Im Katzensee habe ich während der zwei Jahre meiner Untersuchungen im gesamten Plankton folgende Gattungen und Arten konstatiert.

Verzeichnis der Planktonten.

I. Algen.

a. Schizophyceae

Clathrocystis aeruginosa Henfrey
Microcystis ichthyoblabe Ktz.
Microcystis punctiformis Kirchn.
Chroococcus turgidus Nägeli.
Gloeocapsa spec.
Aphanocapsa Castagnei Rabenhst.
Gomphosphaeria lacustris Chodat.
Coelosphaerium Kützingianum Näg.
Merismopoedia elegans A. Br.
Oscillaria rubescens D. C.
Spirulina oscillarioides Ktz.

b. Diatomaceae

Melosira granulata Ralfs.
Melosira distans Ktz.
Melosira crenulata Ktz.
Cyclotella comta Ehrbg.
Cyclotella comta Ktz., var. quadrijuncta Schroeter.
Cyclotella comta Ktz., var. melosiroides Kirchn.
Cyclotella stelligera Clève et Grun.
Synedra delicatissima W. Sm.
Synedra Ulna Ehrbg.
Synedra Ulna Ehrbg. var. longissima W. Sm.

c. Chlorophyceae

Staurastrum gracile Ralfs.
Scenedesmus quadricauda Breb.
Pediastrum Boryanum Meneghini
Pediastrum Boryanum Men. var. longicorne Reinsch.
Pediastrum duplex Meyen.
Pediastrum duplex Meyen var. microporum A. Br.
Coelastrum sphaericum Näg.
Botryococcus Braunii Kütz.
Sphaerocystis Schroeteri Chodat.

II. Mastigophora

a. Euflagellata

Dinobryon stipitatum Stein.
Dinobryon sertularia Ehrbg. v. undulatum Seligo.
Synura uvella Ehrbg.
Uroglena volvox Ehrbg.

b. Dinoflagellata

Ceratium hirundinella O. F. M.
Ceratium cornutum Ehrbg.
Peridinium cinctum Ehrbg.
Peridinium tabulatum Ehrbg.
Peridinium bipes Stein.
Glenodinium pusillum Pénard.
Glenodinium pulvisculus Ehrbg.
Gymnodinium fuscum Stein.
Gymnodinium aeruginosum Stein.

III. Protozoa.

a. Rhizopoda

Arcella vulgaris Ehrbg.
Actinophrys sol Ehrbg.
Actinosphaerium Eichhornii Ehrbg.

b. Ciliata

Coleps viridis Ehrbg.
Amphileptus meleagrina Ehrbg.
Vorticella nebulifera Ehrbg.
Vorticella spec.
Epistylis anastatica Ehrbg.

IV. Rotatoria

a. Sedentaria

Floscularia mutabilis Bolton.
Conochilus volvox Ehrbg.

b. Ploïma

* Illoricata

Asplanchna helvetica Imhof.
Synchaeta pectinata Ehrbg.
Synchaeta tremula Ehrbg.
Hudsonella picta Calman et Zach.

** Loricata

Mastigocerca capucina Zach. et Wierz.
Mastigocerca rattus Ehrbg.
Mastigocerca scipio Gosse.
Pompholyx sulcata Huds.
Anuraea cochlearis Gosse.

Anuraea aculeata Ehrbg.
Notholca longispina Kellicot.
c. Scirtopoda
Triarthra longiseta Ehrbg.
Polyarthra platyptera Ehrbg.

V. Crustacea.

a. Cladocera
Daphnia longispina Leidig.
Hyalodaphnia cucullata Sars.
Ceriodaphnia reticulata Leidig.
Ceriodaphnia pulchella Sars.
Bosmina cornuta Jurine.
Bosmina longirostris Leyd.
b. Copepoda
Cyclops strenuus Fischer.
Cyclops oithonoides Sars.
Cyclops Leuckarti Claus.
Cyclops viridis Jurine.
Diaptomus gracilis Sars.

Das vorstehende Verzeichnis zählt im ganzen 72 Species auf, 25 pflanzliche Organismen, 34 tierische und 13 unsicherer Stellung, alle aus dem Kreise der Mastigophoren. Auf die verschiedenen Klassen des Systemes verteilen sich die Algen wie folgt

Schizophyceen	11	Arten
Diatomaceen	7	„
Chlorophyceen	7	„

Die Tiere gehören zum Teil den Protozoën zum Teil den Metazoën an. Von Protozoën sind vorhanden:

Rhizopoden	3	Arten
Wimperinfusorien	5	„

Die Metazoën rekrutieren sich aus dem Wurmkreis und den Gliedertieren. — Es sind vorhanden:

Rädertiere	15	Arten
Cladoceren	6	„
Copepoden	5	„

Von den Mastigophoren gehören zu den Dinoflagellaten und zwar zur Familie der

Peridineen	9	Arten
zu den Volvocineen	2	„
„ „ Dinobryeen	2	„

Im Katzenseeplankton überwiegen demnach nach Anzahl der Arten die Tiere und hauptsächlich die Rädertiere sind recht zahlreich vertreten. Auffallend ist bei den Algen der grosse Reichtum an Schizophyceen. Die Diatomaceen dagegen sind ziemlich schwach vertreten, hauptsächlich fehlen die Arten, die man in grossen Seen so häufig trifft: Asterionella und Fragilaria crotonensis. Der Reichtum an Peridineen ist ebenfalls beträchtlich.

10. Methoden des Fanges und der Untersuchung.

a. Unerlässlich für die Planktonfischerei in Seen ist ein Schiff, in dem man bequem und ohne Gefahr hantieren kann. Ein Fahrzeug von vorzüglicher Qualität befindet sich auf dem Katzensee, und es wurde mir dasselbe vom Besitzer, Herr H. Wernecke, in höchst verdankenswerter Weise zur Verfügung gestellt.

Zum Fange des Planktons bedient man sich feiner Netzchen aus Seide, Müllergaze No. 12—18. Die einfachste Art, wie sie Joh. Müller schon anwandte, hat die Form eines Schmetterlingsnetzes und trägt im Grunde ein Becherchen aus undurchlässigem Tuch oder aus Gummi.

Für die Tiefseefischerei hat Victor Hensen schwere, bessere Netze konstruiert. Apstein gebraucht dieselben in verkleinertem Format auch für die Seenuntersuchung. Das Netz hat konischen Schnitt. Oben ist es an einem Messingring befestigt, unten endigt es offen und trägt einen einige Centimeter hohen Messingcylinder mit Schraubengewinde. An das Netz anschraubbar ist ein Eimerchen mit Gazeboden oder der Filtrator. Dieser besteht aus zwei cylindrischen Laternen. Die innere trägt im Grunde ein Becherchen mit Ablaufrohr und Hahn. Die äussere passt genau auf die innere. Ueber die innere Laterne wird Gaze gespannt, so dass die Enden sich decken und über einen senkrechten Stab zu liegen kommen, dann wird die äussere Laterne über das Ganze festgeklemmt. Das Netz trägt einen konischen Aufsatz aus Barchent, der dazu dient, die Einströmungsöffnung zu verengen. Nähere Angaben über das Netz finden sich in „Apstein“, das Süsswasserplankton, Kiel 1896.

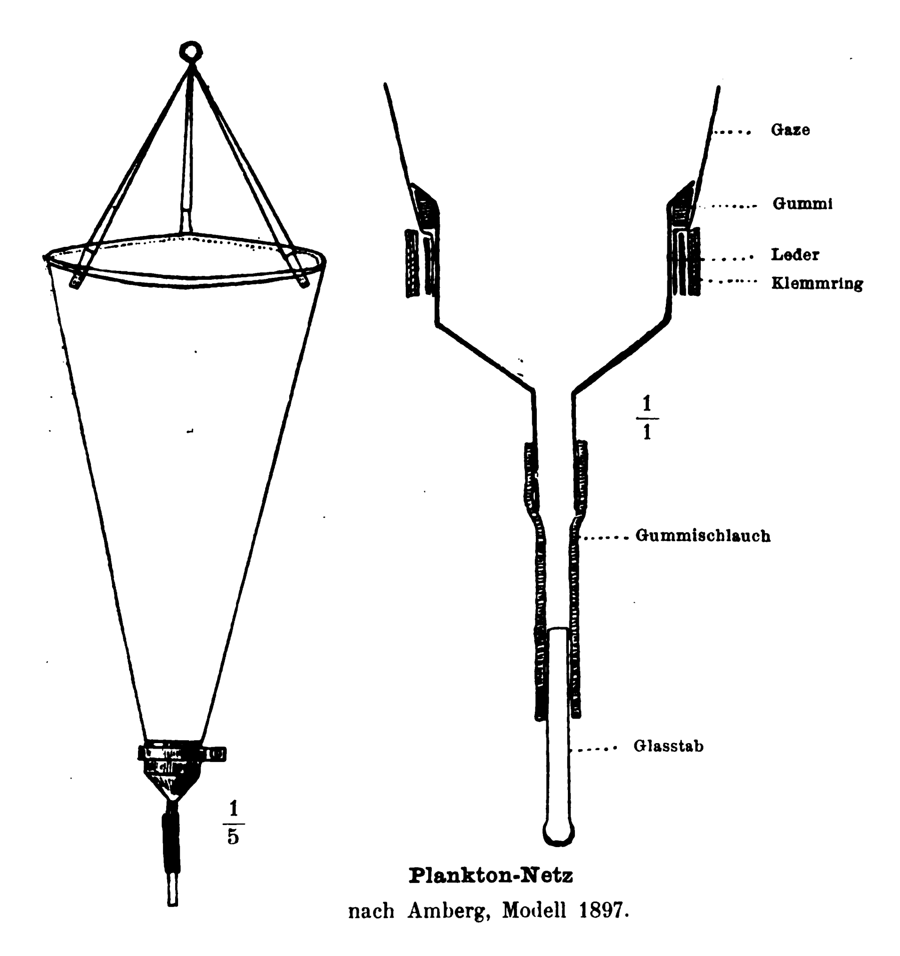
Das Netz, das ich gebrauche, hat konischen Schnitt. Es trägt im Grunde ein Kupferbecherchen mit konischem Boden und Ablaufrohr. Ueber dieses ist ein Schläuchlein gezogen, das mittels eines Glasstäbchens geschlossen werden kann. Das Becherchen ist so konstruiert, dass es sich den Netzwänden möglichst nahe anschmiegt. Festgehalten wird es durch einen verstellbaren Klemmring. In den obern Rand des Netzes ist ein mit in Schellacklösung getauchten Leinwandstreifen umwundener Eisenring eingenäht. An drei Punkten des obern Umfanges sind Oesen angenäht, durch diese sind drei Doppelschnüre gezogen, die sich vor dem Netz in einem Knoten vereinigen, durch den ein Ring ge-

zogen ist. Der Radius der Netzöffnung beträgt 10 cm. Die Seite des Netzes ist 45 cm. lang. Radius des Becherchens 2 cm., Höhe 2 cm. Konischer Ansatz: Seite 3 cm., Radius 2 cm.

Um Plankton aus bestimmten Tiefen heraufzuholen, bedient man sich der Schliessnetze, Netze, die geschlossen in die gewünschte Tiefe versenkt werden, unten durch irgend einen von oben regulierbaren Mechanismus geöffnet werden können, und sich durch Wirkung derselben Vorrichtung wieder schliessen lassen. Man kann auch das Wasser samt Plankton heraufholen und oben filtrieren. Dazu verwendet man mit Vorteil die von Whipple (48) konstruierte Flasche. Es ist dies eine starke, weithalsige Flasche, die in einem schweren, eisernen Rahmen befestigt ist. Der Hals ist verschlossen durch einen einfach durchbohrten Propf, durch dessen Bohrung ein Glasstäbchen als Stöpsel gesteckt wird. Der Rahmen hängt an einem starken Seil. Als Verbindung zwischen Seil und Rahmen dient eine Springfeder von bestimmter Stärke. Vom obern Ende der Feder geht eine Schnur zum Glasstäbchen. Die Schnur ist so lang, dass sie bei Streckung der Feder das Stöpselchen auszieht. Ist die Flasche in die gewünschte Tiefe herabgelassen, dann giebt man dem Apparat einen Ruck; dadurch wird die Feder gestreckt, somit die Flasche geöffnet und kann sich nun langsam füllen. Will man Wasserproben aus Tiefen von über 50 Fuss heraufholen, dann muss, um einem Verlieren des Apparates durch eventuellen Bruch der Feder vorzubeugen, die Sicherheitsleine angewandt werden. Das ist eine starke Schnur, die vom untern Seilende direkt zum Rahmen geht. Whipple berichtet, dass er mit seiner Flasche Wasserproben aus Tiefen bis zu 400 Fuss heraufholen könne, ohne Bruch der Flasche oder unrichtiges Funktionieren des Apparates. — Das Wasser kann auch aus der Tiefe heraufgepumpt werden. Die Pumpmethode wurde zuerst angewandt von den Limnologen des Illinois State Laboratory of natural history.

Je nach dem Zweck, den man beim Planktonfischen verfolgt, wird man das eine oder das andere der zuerst beschriebenen Netze anwenden. Zum Fischen des Oberflächenplanktons verwendet man das Müller'sche Netz oder das Apsteinnetz mit Eimerchen. Zu Vertikalfängen wird man mit Vorteil ein schweres Netz anwenden, und dazu eignet sich vorzüglich das Apsteinnetz mit Filtrator.

In der Planktologie handelt es sich nun häufig darum, zu wissen, wieviel Plankton ein See enthält und nicht nur, was für Plankton. Es ist klar, dass dazu nur Netze verwendbar sind, die gut und vollständig gereinigt werden können. Das Müller'sche Netz ist



Plankton-Netz
nach Amberg, Modell 1897.

sehr schwer zu reinigen wegen der vielen Nähte, die es besitzt, und es geht überdies immer Plankton verloren beim Heraufholen des Becherchens. Das Apsteinnetz mit Filtrator eignet sich vorzüglich zum quantitativen Fischen, auch das von mir konstruierte Netz lässt sich sehr gut verwenden. Das Apsteinnetz und mein Netz besitzen nur eine Naht. Der Verlust infolge der Nadelstiche,

die immer grösser sind als die Netzmaschen, und die durch den Faden nicht ganz ausgefüllt werden, ist deshalb minim. Der Filtrator des Apsteinnetzes, sowie auch die Zone, wo die Gaze das Metall berührt bei beiden Netzen, die Winkel zwischen Stoff und Metall im Filtrator des Apsteinnetzes und der Winkel zwischen dem konischen und cylindrischen Teil des Becherchens bei meinem Netz lassen sich leicht rein bringen. Ich bin der Ansicht, dass im Filtrator des Apsteinnetzes zwischen den Metallbändern und der Seide den Planktonten eher Gelegenheit geboten ist, hängen zu bleiben, als an den glatten Wänden meines Netzes. Allerdings befindet sich zwischen Schlauch und Ablaufrohr bei meinem Netz ein Schlupfwinkel, der dem Apsteinnetz fehlt.

Quantitative Fänge können ausgeführt werden entweder in horizontaler oder in vertikaler Richtung. In beiden Fällen haben wir, um die filtrierte Wassermenge zu bestimmen, den Querschnitt der Einströmungsöffnung Q zu multiplizieren mit dem Weg h resp. $t\ v$ (Zeit mal Geschwindigkeit pro sec.), den das Netz durchläuft. $M = Q\ h = Q\ t\ v$. Es bedeutet dieser Ausdruck diejenige Wassermenge, die filtriert würde, sofern sich der Filtration kein Widerstand entgegensetzte. In Wirklichkeit wird nur ein Teil der Wassermenge M filtriert, wir bezeichnen ihn mit M'. Es ist dann $M = CM'$ und die Planktonmenge $P = CP'$, wo C den Filtrationsfaktor bedeutet.

Der Filtrationswiderstand ist abhängig von der Feinheit der Netzgaze, dem Querschnitt der Netzöffnung, der filtrierenden Fläche, dem Oeffnungswinkel des Netzes, der Zuggeschwindigkeit, der Fangtiefe und der Planktonmenge. Hensen giebt an, dass, wenn die Einströmungsöffnung nicht grösser sei als ein Zehnpfennigstück, der Filtrationswiderstand gleich Null werde. Sehr begreiflich; denn die filtrierende Fläche ist dann sehr vielmal grösser als die Netzöffnung. Er führt auch die Art der Berechnung des Filtrationswiderstandes an; es war mir jedoch das Werk, das diesen Aufsatz enthält, nicht zugänglich.

Reighard (33) hat den Filtrationswiderstand experimentell bestimmt. In einem 2 m. tiefen hölzernen Gefäss bereitete er eine Aufschwemmung von sorgfältig gereinigten Lobelia - Samen. Durch dieses Gemisch, das durch Rühren möglichst gleichmässig gehalten wurde, zog er bei verschiedenen Geschwindigkeiten sein

zu prüfendes Netz vom Boden des Gefässes bis zum obern Rande. Bekannt war nun das Gewicht der im ganzen Gefäss vorhandenen Samen, bekannt das Gewicht derer, die in der durchfiltrierten Wassersäule sich befanden, und zu wägen waren nur die, welche er wirklich erbeutete. Der Quotient des Gewichtes der in der durchfischten Wassersäule vorhandenen dividiert durch das Gewicht der erbeuteten Samen giebt den Filtrationskoefficienten. Er schwankt nach der Zugsgeschwindigkeit. Reighard hält die angeführte Methode für genau. Er erwähnt bei seinen Untersuchungen, dass sich die Maschenweite der Seidengaze je nach den äussern Bedingungen verändere und giebt hierüber einige Zahlen. Diese Bemerkungen haben mich veranlasst, Messungen an meinem Netze vorzunehmen.

Im Februar 1897 konstatierte ich an meinem Netze eine Maschenweite von $45 \times 50\,\mu$ trocken, jetzt nach zwei Jahren $38 \times 45\,\mu$. Nass zeigt es jetzt eine Maschenweite von $36 \times 42\,\mu$, nach 10 Min. Kochen in Wasser noch $30 \times 36\,\mu$. Es zeigen diese wenigen Zahlen, dass die Maschenweite sich ändert durch den Gebrauch des Netzes (wiederholtes Eintauchen in Wasser), sowie auch durch Wärme. Da die Temperaturunterschiede in den Gewässern aber im Winter und Sommer nur um höchstens 24° differieren (Katzensee 22°) so sind die vom warmen Wasser herrührenden Unterschiede in der Maschenweite im Sommer und Winter nicht sehr erheblich und man braucht sie bei der Berechnung der Planktonmenge nicht zu berücksichtigen.

Prof. Schröter und ich, wir haben den Filtrationskoeffizienten nach folgender Art bestimmt. Man schöpft 10 l Oberflächenwasser und filtriert sie durch das Netz, es wird dabei die Planktonmenge P_{10} zurückgehalten. Dann zieht man das Netz horizontal mit einer bestimmten konstantbleibenden Geschwindigkeit v eine abgemessene Strecke weit durch das Wasser. Die Wassersäule, welche ohne Widerstand durchfiltriert würde, sei $M = Q\,h$ und betrage 500 l, ihr Gehalt an Plankton sei P_{500}. Die wirklich erbeutete Planktonmenge ist aber nur P'_{500}. In 10 l waren also P'_{10} cm³. Plankton enthalten. Bekannt ist nun P_{10} und P'_{10}. Es ist nun $P'_{10}\,C = P_{10}$ oder C, der Filtrationskoeffizient, $= \frac{P_{10}}{P'_{10}}$. Wollen wir nun noch wissen, wieviel Plankton unter einem Quadratmeter enthalten ist, so müssen wir P_{10} noch multiplizieren mit einem

gewissen Faktor a. Dieser ist gleich $\frac{10\,000}{Q}$, für mein Netz speziell $\frac{10\,000}{10^2\pi} = \frac{100}{\pi}$ oder 31,830989. Den Filtrationskoeffizienten C haben wir bestimmt für die Geschwindigkeit v von 20 cm. pro sec. als 1,623 (Hensen 1,39), aC beträgt somit bei der Zugsgeschwindigkeit v 51,6702.

Ich habe bei meinen quantitativen Untersuchungen immer vier Vertikalzüge aus 5 m. Tiefe ausgeführt. Jeden Zug habe ich in ein Fläschchen gesammelt und schliesslich das Ergebnis aus allen vier Zügen zusammengegossen und nochmals filtriert. Das Netz und die Fläschchen wurden mit filtriertem Wasser aufs sorgfältigste gereinigt und die Spühlwasser aufgesammelt und zu dem Fangergebnis der vier Züge geschüttet. Das gesammelte Plankton wurde sofort mit Formol getötet. Die Zahlen in Tafel II und Tabelle 18 geben jeweils die Planktonmenge aus vier Zügen an und müssen also, wenn wir wissen wollen, wieviel Plankton in einer Wassersäule von 5 Meter Höhe und 1 m² Querschnitt enthalten ist, multipliziert werden mit $\frac{aC}{4}$. Vier Züge habe ich aus dem Grunde ausgeführt, weil einer zu wenig Material fördert, als dass eine genaue Ablesung der Masse möglich wäre.

b. Die Planktonmasse kann bestimmt werden durch Wägung oder volumetrisch.

1. Volumetrische Bestimmung.

Der abgetötete Fang wird in einen Messcylinder gebracht und 3×24 St. stehen gelassen. Dann wird das Volumen abgelesen. Die Wasserblütealgen setzen sich aber nur teilweise und ihr Volumen muss besonders abgelesen und zum Absatz zugezählt werden.

Augustin Krämer (24) empfiehlt die Centrifugierung des Planktons. Die Masse wird dann etwas kompakter und das Volumen ist schon nach ganz kurzer Zeit ablesbar. Die Wasserblütealgen setzen sich ebenfalls.

2. Die Wägung.

Das Wägen der feuchten Masse ist gar nicht empfehlenswert, weil sich der Feuchtigkeitsgehalt während der Wägung verändert.

Die Wägung der trockenen Planktonmenge giebt die genauesten Resultate, man hat nur die Masse und das Filter bei der gleichen Temperatur zu trocknen.

Um den Nährwert des Planktons zu bestimmen, muss dasselbe analysiert werden auf Proteïnstoffe, Kohlehydrate etc.

Ich habe bei meinen Untersuchungen die volumetrische Bestimmung angewendet.

c. Die Zählung des Planktons bezw. der einzelnen Planktonten ist unvermeidlich zur Aufstellung einer Populationsstatistik, zur Ermittlung der Periodizität im Auftreten.

Ich führe hier zuerst die Methode der Vorbereitung zur Zählung und der Zählung selbst an, wie sie von mir angewandt wurde.

Zunächst handelt es sich darum, die abgetötete Ausbeute des quantitativen Fanges in wenig Wasser zu bringen, ich habe immer 5 cm^3 genommen. Zu diesem Zwecke wird die Ausbeute filtriert durch ein Filterchen von Müllergaze No. 18. Ein Glasrohr, oder das Ablaufrohr eines Trichters, wird unten eben abgeschnitten und leicht angeschmolzen, damit keine scharfen Kanten die Gaze zerschneiden, welche über dieses Rohrende gespannt wird. Das Gazestückchen legte ich immer vor der Anwendung in heisses Wasser, es lässt sich dann straffer anspannen. Festgebunden wird es mittels eines Seidenfadens, der 10—12 mal um das Rohr gewickelt wird. Das Rohr wird durch den einfach durchbohrten Gummipfropf eines Pumpkolbens gesteckt, mit dem zugebundenen Ende nach unten. Der zu filtrierende Fang wird nun in das Rohr eingefüllt und die Pumpe in Bewegung gesetzt. Als solche benutzt man den Mund und saugt so lange, bis das Filterläppchen trocken scheint. Organismen, welche an den Rohrwänden hängen blieben, werden mittels eines Wasserstrahles aus einer Spritzflasche auf das Filterchen gebracht und dieses neuerdings trocken gesaugt. Nun wird das Filterrohr aus dem Propfen ausgezogen und mit dem zugebundenen Ende auf ein Stück Fliesspapier gestellt, welches dem Läppchen alle Feuchtigkeit entzieht. Das Läppchen wird losgebunden und auf dem Papier liegen gelassen. In einen Messcylinder, der weiter ist als das Filterrohr, bringt man etwa 1 cm^3 Wasser, stellt das Filterrohr hinein und zieht es wieder heraus. Allfällig an dessen unterm Ende haftende Planktonten werden durch diese Operation, die im Bedürfnisfalle wiederholt wird, weggespühlt und bleiben im Messcylinder. Das Filterläppchen wird nun über die Oeffnung des tarierten Glases ausgespannt, die reine Seite nach oben. Ist das geschehen, dann nimmt man die Spritz-

flasche zur Hand und lässt einen kräftigen Strahl auf das Läppchen wirken, so lange bis es rein erscheint. Es wird dann mit dem Mikroskop noch genau auf die Reinheit geprüft und allfällig hängen gebliebene Partikel weggenommen und in den Messcylinder übergetragen. Während des Reinigungsprozesses des Läppchens geht nur wenig Wasser durch und gelangt ins Glas. Deshalb füllt man jetzt sorgfältig auf auf etwa 4 cm^3 und fügt tropfenweise Formol hinzu, bis 5 cm^3 erreicht sind.

Prof. Schröter, und anfänglich auch ich, reinigte das Filterläppchen auf andere Weise. Er füllte das Messgläschen mit 5 cm^3 Wasser an, spannte das Läppchen über die Oeffnung aus und schüttelte so lange, bis es rein war. Dieses Verfahren hat den Nachteil, das die Ceratien und einige andere Planktonten zerbrechen.

Vorerst bleibt nun das Material im Messcylinder 3 Tage stehen, dann wird das Volumen abgelesen und nachher geht's ans Zählen. Dazu benützen wir nicht alles Material, sondern nur einen cm^3.

Erst wird das Mikroskop montiert. Als Objektiv wird System 3 angeschraubt, als Ocular dient ein Ocularmikrometer 2, in dem die Masseinlage durch eine Blecheinlage mit quadratischem Ausschnitt ersetzt ist. Das Quadrat deckt sich bei der Vergrösserung Oc. 2 Obj. 3 bei ausgezogenem Tubus mit einem mm^2 des Objektes. — Nun nimmt man die Zählkammer zur Hand. Sie besteht aus einem Objektträger, auf welchen ein Messingrahmen von 1 mm. Dicke, 2 cm. lichter Breite und 5 cm. innerer Länge aufgekittet ist, und fasst demnach genau einen Kubikcentimeter. Als Deckglas dient ein dünner Objektträger.

Das Füllen der Kammer erfordert, wenn man es ohne Pipette bewerkstelligen will, einige Uebung. Ich verfuhr wie folgt. Das Messgläschen nahm ich zwischen Mittel- und Ringfinger der rechten Hand und verschloss die Oeffnung mit dem Daumen. Durch einige Wendungen des Gläschens erzielte ich eine möglichst homogene Mischung des Inhalts. War das erreicht, dann hielt ich das Gläschen schief über die Kammer, die Oeffnung nach unten, hob den Daumen ein wenig und liess so einen Teil der Mischung ausfliessen. Mit einiger Uebung bringt man es dazu, dass fast genau 1 cm^3 ausfliesst. Ist es etwas mehr, so schadet es nichts, widrig dagegen ist es, wenn weniger als 1 cm^3 in der Kammer sich befindet. Die Flüssigkeit wird mittels einer Nadel in die Ecken

der Kammer geleitet, so dass diese sich füllen und keine Luftblasen entstehen. Das Deckglas wird flach aufgeschoben und beseitigt den Ueberschuss der Flüssigkeit. Das Füllen besorgt man am besten auf einem Blatt Filtrierpapier, welches alles überschüssige Wasser aufsaugt.

Der Objektträger mit der Kammer wird nun auf den Tisch des Mikroskopes gelegt und wir stellen nun ein auf die Mitte des Randes links. Dieser Rand soll senkrecht stehen zum Beobachter, während die längern Ränder hinten und vorne zu diesem parallel laufen. Die Kammer wird dann millimeterweise nach links verschoben, wobei man immer das Resultat der neu erscheinenden Quadratmillimeter notiert. Das Verschieben habe ich von Hand besorgt, besser ist es schon, wenn man die Kammer in einen Schlitten legt, der mittels feiner Schrauben links-rechts und vorn-hinten bewegt werden kann. Beim Zählen ist namentlich darauf zu achten, dass kein Quadrat zweimal gezählt wird. Im übrigen zählt man konsequent sowohl diejenigen, die Organismen enthalten als auch die leeren. Triarthra longiseta bereitet oft Unannehmlichkeiten dadurch, dass sich viele Organismen mit den Borsten in einander verschlingen. Gerade in solchen Fällen hilft nur das konsequente Zählen.

Ein Fang enthält nun nicht nur Organismen einer Art, sondern manchmal bis 30 Arten, die man wohl auseinander halten muss. Ich habe mir zu diesem Zwecke ein Protokoll nach folgendem Schema angelegt:

Nr.	Clathrocystis	Melosira	Chlorophyceen	Ceratium	Peridinium	Dinobryon	Infusorien	Asplanchna	Hudsonella	Anuraea	Cyclops	Diaptomus	Nauplius	Daphnia	Ceriodaphnia	Bosmina
1	4	1		6	2	2			1						1	
2	4	1	1	10	3	4	1				1					
3	5			12	4	2		1						1		
4	7			6	4	3				2		1				
5	5		2	13	1	2	1		1	1			1			
6	7	1		9	3	5										1

Am Schlusse wird dann zusammengezählt.

Die ganze Kammerfläche enthält 1000 Quadrate, die man eigentlich alle zählen sollte. Es genügt aber vollständig, 50 davon zu zählen, man muss dann eben die Resultate mit 20 multiplizieren, um das Ergebnis aus einem cm^3 zu erhalten und mit 100, wenn man wissen will, wieviel Organismen in den vier Vertikalzügen enthalten sind.

Beim Zählen zählte ich von den grössern Planktonten Anuraea, Coleps, Cyclops etc. die Einzelorganismen. Bei den Schizophyceen, Chlorophyceen, Melosiren und bei Dinobryon zählte ich die Kolonieen, wobei ich bemerke, dass ich zirka 10 Melosirafrusteln gleich einer Kolonie setzte.

Die angeführte Zählmethode ist die von Prof. Schröter verbesserte Sedgwick-Rafter'sche Methode. Die Zählkammer ist nur wenig verändert worden. Sedgwick und Rafter benützten eine Kammer, deren Boden eingeteilt war in Quadratmillimeter und jeder Quadratmillimeter in standard units (1 standard unit = 400 μ^2). Sedgwick arbeitete ohne Ocularеinlage, diese hat erst Rafter eingeführt. Wir lassen nun die Bodeneinteilung weg und arbeiten nur mit Ocularеinlage.

Das Filtrationsmedium, das Sedgwick und Rafter anwenden, ist feiner Sand, der auf einem durchborten Gummipfropf in einem Filterrohr ruht. Sedgwick verwandte als Träger der Sandschicht ursprünglich eine Sprungfeder. Er brachte dann, nachdem er das Wasser samt Plankton durchfiltriert hatte, den Sand direkt in die Kammer und zählte die darin enthaltenen Organismen. Rafter schüttelt den Sand erst mit wenig Wasser, um die Planktonten wieder herauszubekommen, und zählt dann die Organismen, die er in diesem Wasser findet. Ob er aber alle Planktonten aus dem Sand herauskriegt, ist sehr fraglich. Ich habe schon öfters probiert, die Grunddiatomeen auf diese Art aus dem Bodenschlamm herauszuschütteln, es ist mir aber das Experiment trotz wiederholtem Schütteln und Decantieren nie vollständig gelungen. — Prof. Schröter ersetzte dann den Sand durch Seidengaze, und mit diesem Filter haben wir bis jetzt nur gute Erfahrungen gemacht, die Resultate sind sehr befriedigend.

d. Die Hensen'sche Zählmethode, wie sie Apstein (1) beschreibt, ist folgende:

Von dem in Pikrin-Schwefelsäure sich befindenden Fang wird die überschüssige Säure abgegossen. Dabei gehen aber die Wasserblütealgen auch ab, und hier haben wir die erste Fehlerquelle. Dann wird Wasser zugesetzt, so viel bis sich die Masse gut schütteln lässt, in dem von Apstein (l. c.) angeführten Beispiel beträgt die ganze Masse, Plankton, Pikrinsäure und Wasser, 50 cm^3. Das ist die erste Verdünnung. Davon wird nach tüchtigem Schütteln mittels einer Hensen'schen Stempelpipette ein Kubikcentimeter herausgenommen und darin werden die grossen Tiere, wie Leptodora, gezählt. Von einem zweiten Kubikcentimeter der ersten Verdünnung werden 50 cm^3 der zweiten Verdünnung hergestellt und von einem cm^3 dieser 50 cm^3 der dritten Verdünnung u. s. w. Es wird so lange verdünnt, bis ein cm^3 der letzten Verdünnung von den häufig vorkommenden Organismen, wie Diatomeen, nur noch 100 bis 1000 Individuen enthält. 0,1 cm^3 der letzten Verdünnung wird nun auf einer Glasplatte von den Dimensionen $11\frac{1}{2} \times 10$ cm. ausgebreitet. Die Platte ist mittels Diamantstrichen fein liniert. Sie wird in einen Rahmen gelegt, der durch zwei zu einander senkrecht wirkende Schrauben bewegt werden kann. Der Schiebeapparat wird auf dem Tisch des Zählmikroskopes befestigt.

Die Zählung nimmt Hensen bei schwacher Vergrösserung vor und zählt, bei der obersten beginnend, eine Zeile nach der andern ab, bis die ganze Platte gezählt ist. Hensen empfiehlt, möglichst viele Platten zu zählen; denn je mehr eben gezählt werden, um so genauer wird das Resultat, warum, wird später gesagt. — Um die verschiedenen Arten, die in einem Fange vorkommen, auseinander zu halten, benützt Hensen einen Setzerkasten. Jedem Organismus widmet er in dem Kasten ein Fach und legt, wenn er den Organismus findet, eine Spielmarke oder eine Bohne in das zugehörige Fach.

Um auszumitteln, wie viel Planktonten in den ursprünglichen 50 cm^3 enthalten sind, müssen verschiedene Multiplikationen ausgeführt werden. Haben wir eine Platte gezählt, so kennen wir das Resultat eines Zehntelkubikcentimeters und müssen, um das Resultat aus einem cm^3 zu kennen, mit 10 multiplizieren. Haben wir zehn Platten gezählt, so fällt diese Multiplikation weg und allfällige Fehler werden also nicht mit 10 multipliziert. Ist der gezählte cm^3 der dritten Verdünnung entnommen, so müssen wir,

um das ganze Resultat zu erhalten, multiplizieren mit $50\times50\times50$, warum, erhellt aus der Art, wie die Verdünnungen hergestellt werden.

Sehr zweckmässig an der Methode nach Hensen ist, dass die grossen Tiere in der kleinen Verdünnung gezählt werden. Ich möchte dieses Verfahren in etwas anderer Form auch in unsere Zählmethode einführen. Die grossen Kruster wie Leptodora sollen im noch lebenden Fang gezählt und bei der spätern Zählung dann nicht berücksichtigt werden. Im Katzensee findet man keine grossen Kruster, ich musste also diese Verbesserung nicht anbringen. Ich habe zwar bei meinen Zählungen nicht versäumt, alle Krebse bei ganz schwacher Vergrösserung (Oc. 2 Obj. 1) zu zählen, um den Fehler, der durch die Multiplikation entsteht, zu verkleinern, ich muss in diesem Falle die Zahl der Kruster nur mit 5 und nicht mit 100 multiplizieren. Die Bedeutung dieser Verbesserung mag durch folgendes Beispiel erläutert werden.

In einem cm^3 des Fanges zähle ich mit der schwachen Vergrösserung sechs Exemplare von Diaptomus und schliesse daraus, dass im ganzen Fang $5\times6=30$ Stück Diaptomus vorhanden sind. Zähle ich nun nach der ursprünglichen Methode 50 Quadrate und finde drei Exemplare von Diaptomus und multipliziere dann mit 100, so erhalte ich als Resultat 300, also 10 mal mehr als nach der verbesserten Methode. Stosse ich bei der Zählung der 50 Quadrate auf einen Diaptomus, so ergiebt das Resultat 100 Exemplare. Der Fehler ist auch so noch gross genug.

Wie die Fehler bei der Filtration vermieden werden, habe ich bei Anlass der Beschreibung der Filtration angegeben.

Eine Fehlerquelle ist noch nicht besprochen. Es wird kaum möglich sein, eine vollkommen homogene Planktonmischung herzustellen, und es wird deshalb jeder cm^3 eine andere quantitative Zusammensetzung zeigen. Diese Fehlerquelle fällt bei unserer Methode nur einmal in Betracht, bei der Hensen'schen ebensoviele Male als verschiedene Verdünnungen hergestellt werden. Dieser Fehler wird noch potenziert durch die Multiplikation mit 50^n, welche ausgeführt werden muss.

Ein weiterer Fehler, der der Hensen'schen Methode anhaftet, ist der, dass die Zählplatten nicht bedeckt werden (wenigstens berichtet Apstein nichts davon). So bleiben die suspendierten Planktonten beweglich und kleine Erschütterungen vermögen die Lage

der einzelnen Organismen zu verändern. Ein Schieben von Hand ist nicht anwendbar, denn dieses verursacht immer Erschütterung.

Einen schweren Fehler begeht man, wenn man beim Zählen nach beiden Methoden die Einstellung des Mikroskopes nicht wechselt. Es ist sonnenklar, dass sich nicht alle Organismen in einer mathematischen Ebene befinden, besonders die Wasserblütealgen liegen höher als alle andern. Wechselt man die Einstellung nicht, dann übersieht man die einen oder andern Planktonten, eine Fehlerquelle, die nicht zu übersehen ist.

11. Die horizontale Verbreitung des Planktons.

Aus den bisherigen Untersuchungen ergiebt sich mit Gewissheit, dass in kleinen Seen die horizontale Verbreitung des Planktons eine ziemlich gleichmässige ist. In grossen Seen dagegen ist nicht der See, sondern der Seebezirk die planktonische Verbreitungseinheit.

Meine Versuche am Katzensee zeigen aufs deutlichste, dass das Plankton in diesem kleinen See gleichmässig verbreitet ist. Im grossen See habe ich zu wiederholten Malen an mehreren Punkten des offenen Sees quantitative Proben gefasst. Die Planktonmenge erwies sich als dieselbe, und die qualitative Zusammensetzung zeigte ebenfalls keine Differenzen. Fischte ich dagegen im Obersee und verglich diesen Fang mit dem aus dem grossen See, so waren deutliche Unterschiede, sowohl in der Qualität als auch in der Quantität zu konstatieren. Insbesondere waren die Peridineen und Protozoën im kleinen See in grösserer Arten- und Individuenzahl vertreten.

Untersuchungen am Türlersee, am vordern Gattikerweiher und am Lago die Muzzano bewiesen aufs deutlichste die Giltigkeit des Satzes: In kleinen Seen ist der See selbst die planktonische Verbreitungseinheit.

12. Die vertikale Verbreitung des Planktons.

Ueber dieses Thema habe ich im Katzensee einige Untersuchungen angestellt, eine derselben vom 3. Mai 1897 will ich hier anführen; ich fand in einem cm^3 des filtrierten Fanges:

	4 Vertikalzüge aus 4 m. Tiefe	4 Vertikalzüge aus 6 m. Tiefe	Differenz = 4 Vertikalzüge von 6—4 m. Tiefe
Melosira . .	7050	17280	10230
Ceratium . .	12000	6720	—5280
Peridinium. .	19500	16320	—3180
Pediastrum .	2850	8640	5790
Anuraea . .	25650	62880	37230
Daphnia . .	1050	4320	3270
Bosmina . .	3000	6880	3880
Nauplius . .	1050	2880	1830
Copepoden. .	300	4320	4020

Die vorstehende Tabelle zeigt aufs deutlichste, dass die tiefern Schichten des Katzensees reicher sind an Plankton als die höhern. Das stimmt gar nicht mit den Beobachtungen von Apstein über die vertikale Verbreitung des Planktons im Dobersdorfer See, wo die Schicht von 0—1 m. die reichste ist. Eine Ausnahme machen die Peridineen, sie sind an der Oberfläche reichlicher als in der Tiefe. Die negativen Differenzen erklären sich aus dem Umstand, dass infolge des Filtrationswiderstandes die obern Schichten des Wassers nur ganz mangelhaft filtriert werden; ein Teil des Wassers kann gar nicht ins Netz eintreten, sondern er wird beiseite gedrängt.

Im allgemeinen habe ich beobachtet, dass sich die Schizophyceen, die Peridineen, Botryococcus und die Scirtopoden unter den Rädertieren (namentlich Triarthra) an der Oberfläche aufhalten. Die Diatomaceen sind am dichtesten in der Schicht von 3—5 m. Die Pediastreen sind gleichmässig im ganzen Raum verteilt, nur meiden sie die Oberfläche, Scenedesmus hält sich ganz nahe am Grunde auf. Dinobryon und die Volvocineen schwimmen nahe an der Oberfläche, ebenso ist Coleps viridis stark „positiv heliotropisch", wenn ich mich so ausdrücken darf. Die Rädertiere, namentlich die grossen, sind häufiger in den tiefern Schichten. Bosmina und die andern Cladoceren halten sich gewöhnlich in der Tiefe auf,

nicht selten aber liegen massenhaft Weibchen von Bosmina mit Eiern im Brutraum direkt an der Oberfläche. Am 8. Mai 1897 war der ganze westliche Katzensee bedeckt mit solchen Tieren, nur da, wo der Wind (von Osten) angriff, waren sie weggefegt. Die Copepoden führen täglich Wanderungen aus. Tagsüber halten sie sich in der Tiefe auf, des Nachts an der Wasseroberfläche. Die grossen Cladoceren schwimmen bei Nacht ebenfalls an der Oberfläche. Im Katzensee habe ich nie bei Nacht gefischt; dagegen erbeutete ich bei einer nächtlichen Ueberfahrt von Magliaso nach Agnuzzo, im Luganersee, an der Oberfläche eine Menge Copepoden und zahlreiche Exemplare von Leptodora und Bythotrephes.

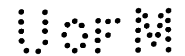
Bei Wind, der die Wasserschichten unter einander mischt, kommen die Organismen, die wir sonst in der Tiefe häufig antreffen, auch an die Oberfläche, überhaupt ist die Verteilung des Planktons dann in allen Schichten eine ziemlich gleichmässige. Für näheres verweise ich auf die Arbeit von Francé (13): Zur Biologie des Planktons.

13. Die zeitliche Verbreitung des Planktons, die Periodizität.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass die Veilchen nur im Frühling reichlich blühen, und dass die Laubkäfer im Mai in grossen Massen auftreten. Man findet schon im April welche und im Juni noch einige, doch das Maximum fällt in den Mai.

Kommen nun ähnliche Erscheinungen in der Planktonwelt vor? Ja freilich.

Um die Periodizitätserscheinungen ermitteln zu können, ist es notwendig, quantitativ zu fischen und den Fang zu zählen. Ich habe Zählungen an etwa 50 Fängen, die ich während zwei Jahren aus dem Katzensee holte, ausgeführt und die Resultate auf den Tafeln III—VI graphisch dargestellt. Beim Zählen, das immer an totem Material vorgenommen wurde, habe ich nicht berücksichtigt: diejenigen Organismen, die in totem Zustande nicht mit Sicherheit bestimmbar sind; ferner alle diejenigen, welche im Auftreten launisch sind, wie Uroglena volvox, oder die nur sehr selten und dann in kleiner Menge auftreten. Einige Gruppen von Planktonten habe ich zusammengezogen und unter einem Titel aufgeführt. So die Infusorien, Copepoden und Cladoceren, ferner die Chlorophyceen



und die Cyanophyceen ohne Clathrocystis. Wo von einem Genus mehrere Species vorkommen, habe ich ebenfalls zusammengezogen. Es existieren in der Zähltabelle die Titel: Melosira, Peridinium, Dinobryon, Asplanchna, Anuraea, unter diesem letzten Titel habe ich auch Notholca longispina untergebracht. Auf die Zahlen, die ich für die Kruster erhalten habe, lege ich keinen grossen Wert; denn der Fehler, den man beim Fischen mit dem feinen Netz macht, ist zu gross, als dass die Resultate auch nur annähernd richtig sein können. Die Kruster nämlich bleiben in den feinen Maschen nicht hängen und gewinnen während des langsamen Aufziehens des Netzes Zeit, sich davon zu machen, so dass man immer nur eine beschränkte Zahl derselben fängt.

Ich gehe nun über zur Detailbetrachtung.

a. Clathrocystis aeruginosa Henfrey tritt das ganze Jahr hindurch auf, gehört demnach, im Katzensee wenigstens, zum perennierenden Plankton und zwar kommt zu allen Jahreszeiten dieselbe Form vor. Wenigzellige Colonieen mit sehr dicker Gallerthülle, wie ich sie im Herbstplankton des Lago di Muzzano gefunden habe, und wie sie Schröter (35) abbildet, habe ich nie beobachtet. Zu gewissen Jahreszeiten, August bis Oktober, tritt die Gitteralge massenhaft auf und überzieht die Seefläche mit einem grünen Schleier, der allerdings nur bei ruhigem See deutlich wahrnehmbar ist. Man nennt diese Erscheinung Wasserblüte und zwar in diesem besondern Falle Wasserblüte, verursacht durch Clathrocystis.

Nicht nur aus dem Katzensee ist diese Erscheinung bekannt, sondern auch aus andern Seen. Apstein beschreibt sie aus den norddeutschen Seen, wo er sie im Oktober beobachtet hat. Im Lake Cochituate hat sie Whipple (47) ebenfalls im Oktober gefunden. Schröter (l. c.) beschreibt die Erscheinung als vom August bis September im Zürichsee vorkommend. In dem kleinen Lago di Muzzano bildet Clathrocystis während der ganzen Zeit, da der See eisfrei ist, eine Wasserblüte, das Wasser erscheint, in der Nähe betrachtet, flockig getrübt.

Im Katzensee nimmt die Gitteralge vom November an stark ab und ist im Winter nur spärlich vertreten. Im Vorsommer fängt sie an, sich stark zu vermehren und erreicht im Herbst ihr Maximum. Die Verhältnisse sind auf Tafel III dargestellt.

Eine Anzahl anderer Chroococcaceen kommen im Herbst und Winter häufiger vor und verschwinden im April. Es sind dies Arten von Microcystis und Coelosphaerium Kützingianum.

b. Das merkwürdigste Verhalten in Bezug auf die Periodizität zeigen die Diatomaceen. Im Katzensee habe ich den Fall von Melosira besonders untersucht. Die Kieselalgen nämlich zeigen zwei Zeiten grosser Produktion, eine im Frühling und eine im Herbst, unmittelbar nach der Frühlings- und Herbstzirkulationsperiode. Im Frühling 1897 war die Produktion mächtiger als im März und April 1898. Das Herbstmaximum vom November 1898 übertraf aber alle andern Massenproduktionen an Mächtigkeit.

Es ist das Verdienst des Amerikaners Whipple (46), zuerst auf diese zweimalige Massenentwicklung der Diatomeen hingewiesen zu haben und besonders auch aufmerksam gemacht zu haben auf den Zusammenhang dieser Erscheinung mit den Zirkulationsperioden. Whipple konstatierte ein Maximum Ende April und ein kleineres im Oktober, doch beziehen sich diese Beobachtungen auf Asterionella. Er hat auch versucht, für die Wachstumskurve einen algebraischen Ausdruck aufzustellen. Die Kurve gleicht nämlich der Exponentiallinie von der Gleichung $y = c^x$. Whipple fasste die Formel etwas anders, nämlich $y = ar^x$, wo $a = 1$, x die Anzahl der Wochen und y die Anzahl der gezählten Asterionellen bedeutet. r ist zu berechnen und beträgt 1,58. Die Diatomeen vermehren sich durch Zweiteilung, und es sollte, streng genommen, die Basis $r = 2$ sich ergeben. Die Vermehrung verläuft aber nicht immer glatt, und so kann r bald grösser, bald kleiner als 2 werden.

Ich habe meinerseits für die Melosiren des Katzensees, den Ausdruck $y = c^x$ ebenfalls geprüft und dabei die Beobachtung gemacht, dass c anfänglich kleiner als 2 ist, dann aber immer grösser wird bis zum Werte $c = 6$. Die Kurve steigt denn auch gegen das Maximum hin fast senkrecht an. Allerdings habe ich alle Melosiren, die im Katzensee vorkamen, miteinander gezählt, obschon nicht alle zur selben Zeit zu wuchern begannen, die dicke M. granulata zeigte erst in den letzten vierzehn Tagen vor dem Maximum starkes Wachstum und die grosse Abweichung der Basis von dem Werte 2 ist wohl diesem Umstande zuzuschreiben.



Die Abnahmelinie für Melosira ist das Spiegelbild der Wachstumskurve. Im Anfang zeigt sie ein sehr starkes Gefälle, was offenbar davon herrührt, dass die letzten Generationen von Melosira nicht lebenskräftig sind und daher bei Eintritt der Stagnation rasch zu Grunde gehen. Wäre Auxosporenbildung nachweisbar, so wäre auch der spätere Verlauf der Kurve erklärlich. Auxosporen habe ich aber weder im Schlamm noch im Plankton nachweisen können.

Die Kurve für Melosira auf Tafel III zeigt am 30. Oktober 1898 eine Einknickung und nachher wieder starke Steigung, was seinen Grund darin hat, dass zu jener Zeit einige ausserordentlich warme Tage wieder eine Stagnation im Wasser und somit eine Abnahme der Melosiren bewirkten. Die darauffolgenden kalten Tage führten wieder Zirkulation herbei.

Apstein (1) hat ähnliche Beobachtungen gemacht wie ich, er konstatierte grosse Zahlen von Melosiren im Juli und anfangs Oktober. An der im Zürichsee so häufig auftretenden Tabellaria fenestrata war es Prof. Schröter nicht möglich, die Erscheinung von zwei Maxima nachzuweisen. Die Alge war 1896 vom März bis im November ziemlich gleich häufig zu finden.

Einige im Katzensee heimische Synedra- und Cyclotella-Arten zeigen ihre Maxima im Frühling früher und im Herbst später als Melosira.

c. Die Chlorophyceen kommen nie in grossen Massen vor und zeigen wenig interessantes. Die Wucherungsperioden aller häufiger vorkommenden Arten fallen zusammen, und ich habe daher alle zusammengefasst unter dem Titel Chlorophyceen. Entgegen den Beobachtungen von Schröter im Zürichsee, Apstein im Plönersee und Whipple in amerikanischen Seen, die alle drei das Maximum der Chlorophyceen im Sommer angeben, habe ich im Katzensee deren maximale Entwicklung im April und November konstatiert. Namentlich die Pediastreen gehören zu den angeführten Zeiten zu den häufigsten Erscheinungen; im November namentlich habe ich viele Pediastreen in vegetativer Vermehrung angetroffen. Ganz verschwinden sie nie aus dem Plankton, nur sind sie besonders im Winter äusserst spärlich vertreten.

Sphaerocystis Schroeteri Chodat gehört zum temporären Plankton. Das Wesen dieser Palmellacee wurde durch Chodat (7) er-



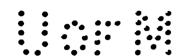
gründet, dadurch dass er sie züchtete, bezw. kultivierte. Es ist mir indessen nicht gelungen, alle Stadien, die Chodat während der künstlichen Züchtung beobachtete, im Plankton zu finden. Häufig kommt Sphaerocystis im Katzensee nie vor. Im Frühling und Herbst nur ist sie auffällig. Nach Chodat ist Sphaerocystis charakteristisch für das Plankton grosser Seen, ich habe die Alge auch in kleinen gefunden und auch konstatiert in dem Zufluss des Türlersees, der von der Albishöhe herkommt und dort oben ein Ried entwässert.

Botryococcus Braunii Kützing, ein perennierender Planktont, zeigt sich auch nur im März, April und von August bis Oktober in grosser Anzahl. Er kommt vor in braun und grün. Die braunrote Färbung der Kolonieen rührt indessen nur her von dem braunroten Fett, welches die Gallerthülle imprägniert. Da man die braunen Kolonieen im Winter und die grünen im Sommer beobachtet, so liegt die Vermutung nahe, dass es nur eine dichtere Modifikation desselben Fettes sei, welche die Rotfärbung im Winter bedinge. Zahlreiche Beobachtungen, namentlich von Chodat, scheinen diese Annahme zu bestätigen. Im Lago di Muzzano, der sich im Sommer sehr stark erwärmt, findet man aber jahrein-jahraus nur braunrote Kolonieen von Botryococcus. Dieser eine Befund will zwar gar nicht viel sagen, immerhin lässt er die Vermutung aufkommen, dass es sich um zwei Formen und nicht um zwei Saisonvarietäten handeln könnte. Dafür spricht auch das Vorkommen brauner und grüner Kolonieen nebeneinander.

d. Das Volk der Flagellaten liefert viele Vertreter ins Plankton. Gezählt habe ich nur die Peridineen und Dinobryeen. Die Volocineen Uroglena volvox und Synura uvella entziehen sich der Zählung, sie zerfliessen beim Fixieren des Fanges. Uebrigens wäre es nach Zacharias (50,2 pag. 98) unklug und überflüssig, diese Organismen zu beurteilen, wenn man nur alle zwei bis drei Wochen fischt, weil sie in ihrem Auftreten, das sich jeweils nur auf wenige Tage beschränkt, höchst launisch sind.

Wir wenden uns zuerst zur Gattung Ceratium, vertreten durch die Species C. hirundinella und C. cornutum.

Ceratium cornutum Ehrenberg ist eine Erscheinung des Sommers. Im Katzensee kommt dieser Planktont nur vor vom Juni bis anfangs September, zu allen übrigen Jahreszeiten fehlt er.



Ceratium hirundinella O. F. Müller gehört im Katzensee zu den perennierenden Planktonten, während dieser Flagellat in den Altwässern des Rheins und in den norddeutschen Seen im Winter fehlt. Das Maximum erreichte Ceratium im Katzensee im August 1897 und 1898 zur selben Zeit, in der Zeit der höchsten Stagnation. Die Wachtsumskurve ist derjenigen von Melosira ähnlich, s. Tafel IV.

Zacharias konstatierte viele Ceratien von Juni bis September. Nach Apstein fällt die Massenproduktion auf die Zeit vom Juli bis August. Lauterborn (26) konstatierte in den Altwässern des Rheins ein Maximum im August. Im Zürichsee traten 1896 die Ceratien vom Mai bis November auf. Ein deutliches Maximum war nicht zu beobachten.

Während des Jahres kann man in verschiedenen Wasserbecken die Beobachtung machen, dass Ceratium in verschiedenen Formen auftritt. Lauterborn (l. c.) fand in den Altwässern des Rheins vom Frühling bis im Juni vierhörnige Formen mit breiter Gürtelzone. In der Folge bemerkte er die Verkümmerung des vierten Hornes. Im Herbst fand er rein dreihörnige Formen mit fast parallelen hintern Hörnern. Apstein und Zacharias konstatierten die umgekehrte Reihenfolge der Formen. Im Zürichsee ist eine Gesetzmässigkeit nicht nachweisbar.

Meine Beobachtungen im Katzensee decken sich im wesentlichen mit denjenigen von Apstein und Zacharias. Im Februar und März fand ich fast nur dreihörnige Ceratien, einige mit konvergierenden hintern Hörnern. Alle zeigten grosse Aehnlichkeit mit C. reticulatum Imhof. Gegen den Sommer hin treten die rein dreihörnigen Formen immer mehr zurück, an ihre Stelle treten solche mit Ansatz zum vierten Horn und rein vierhörnige. Im Juli und August dominieren die vierhörnigen Ceratien. Im August besonders findet man viele Individuen mit stark spreizenden hintern Hörnern. Vom September an treten dann die Formen mit verkümmertem vierten Horn häufiger auf, auch dreihörnige Formen zeigen sich wieder. Vom 1. August 1898 bis zum 4. März 1899 fand ich folgenden, in nebenstehender Tabelle dargestellten Verlauf der Veränderlichkeit.

Zur Zeit, wann die Ceratien stark zurückgehen, beobachtet man im Plankton oft zwei- bis vierhörnige Cysten, die Dauerform



der Ceratien. Im Katzensee fällt diese Erscheinung in die Zeit vom Oktober bis November. Die Cysten überwintern auf dem Seeboden und aus ihnen entstehen im Frühling neue Ceratien. Ich habe öfters Bodenschlamm aus dem Katzensee heraufgeholt, konnte indessen aber nur einmal, im Februar 1897, eine dreihörnige Cyste darin auffinden. Damit ist nun freilich nicht bewiesen, dass die Ceratien wirklich auf dem Seeboden überwintern.

Datum	3-hörnig	mit Ansatz zum 4. Horn	4-hörnig	Cysten
1. August 98	13 800		24 200	
11. August	12 800	23 800	49 400	
22. August	8 600	24 600	20 600	
19. September	2 600	9 200	12 000	
27. Sept.	5 000	10 400	14 400	
14. Oktober	2 800	6 800	5 200	
31. Okt.	6 800	11 400	10 600	
14. November	3 800	1 400	1 200	1 400
28. Nov.	2 200	800		
12. Dezember	3 600	400		
28. Dez.	300	100		
19. Januar 99	1 500	400		
11. Februar	1 200	900		
4. März	400	300		

Eine andere Erscheinung lässt dagegen das Ueberwintern der Cysten auf dem Seeboden als wahrscheinlich erscheinen. Von Mitte März bis anfangs April 1897 und Ende Januar 1898, zu der Zeit, wo die Zirkulation im See lebhaft wird, fand ich im Katzenseeplankton viele Cysten, aus welchen sich Ceratien entwickelten. Diese Cysten können aber nirgends anders herkommen als vom Seeboden oder aus der Uferregion oder von beiden Orten her. Der Umstand aber, dass die Ceratien ihrer grossen Mehrzahl nach



im offenen See leben, sich hier encystieren und untersinken, lässt den Seeboden als den Ueberwinterungsort mit einiger Sicherheit annehmen.

Die Periodizitätskurve für Peridinium (Tafel IV) zeigt einen unruhigen Verlauf. Peridinium cinctum Ehrenberg kommt im Katzensee das ganze Jahr hindurch vor. Peridinium tabulatum und P. bipes erscheinen nur im Frühling und Herbst. Ich habe sie mit in die Zählung einbezogen und mit dem Resultat von Peridinium cinctum vereinigt. Das Maximum fällt etwa 10 Tage früher als dasjenige von Ceratium hirundinella. Zu dieser Zeit beobachtete ich viele Individuen ohne Panzer, offenbar junge Peridinien. Den Teilungsvorgang habe ich im Katzensee nie beobachten können, wohl aber an Material aus dem Rumensee vom August 1897. Die Teilungsart ist die für die Flagellaten typische schiefe Längsteilung, sie findet im Panzer statt, und dieser wird erst gesprengt unmittelbar bevor sich die beiden Individuen von einander trennen.

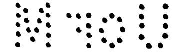
Meine Beobachtungen über die Periodizität decken sich mit denen von Whipple, Apstein und Zacharias.

Im Katzensee kommen noch einige Arten von Peridineen vor. Ihre Periodizität habe ich nicht kontrolliert, da sie zu spärlich auftreten.

Dinobryon zeigte während des Jahres 1898 vier Wucherungsperioden. Die Beobachtungen vom Sommer 1897 sind lückenhaft und ich muss mich daher nur auf die Ergebnisse vom Vorsommer 1897 und vom Jahre 1898 verlassen. Ich habe denn auch nur die Ergebnisse von 1898 auf Tafel IV aufgezeichnet.

Das Maximum vom Juni 1897 war ziemlich beträchtlich, grösser als das erste und dritte im Jahre 1898, jedoch wurde es übertroffen vom Maximum des Augustes und demjenigen des Novembers 1898. Zu bemerken ist, dass alle Maxima herrühren von der mächtigen Entwicklung von Dinobryon divergens Imhof (D. sertularia Ehrbg. var. undulatum Seligo). D. stipitatum Stein tritt immer nur in kleinerer Anzahl auf. Beide Dinobryonarten fehlen im Katzensee nie, doch sind sie im Winter nicht sehr zahlreich. Cystenbildung beobachtete ich im August 1898.

Apstein (l. c.) beobachtete die beiden Dinobryonspecies in den holsteinischen Seen nur in der Zeit vom April bis September, die



maximale Anzahl fand er im Juni. Zacharias verzeichnet denselben Befund. In den Altwässern des Rheins gehört nach Lauterborn Dinobryon zum perennierenden Plankton. Sehr häufig fand Lauterborn diese Flagellate im April und September. In diesem letztern Punkte stimmen seine Beobachtungen überein mit denen, die Whipple im Lake Cochituate in Nord-Amerika machte.

Die Flagellaten des Katzensees gehören mit wenigen Ausnahmen zum perennierenden Plankton. Ihre Maxima fallen in den Sommer, in die Zeit der höchsten Stagnation des Wassers. Ihre Wachstums- und Abnahme-Kurven stimmen unter sich und mit derjenigen von Melosira überein. Die Flagellaten vermehren sich vegetativ durch Zweiteilung, und wir können deshalb a priori behaupten, dass ihre Wachstumskurven wenigstens der Gleichung $y = c^x$ genügen müssen, für $c = 2$, und wir finden diese Behauptung besser bestätigt, als es bei Melosira der Fall ist.

e. Die ciliaten Infusorien treten im Plankton teils aktiv, teils passiv limnetisch auf. Besonders Vorticella und Epistylis lassen sich von Cyclopiden, Anabaenakolonien, Melosiren etc. herumtragen.

Activ limnetisch findet man im Katzensee Coleps viridis Ehrenberg, ein Infusor, dessen eulimnetische Natur vielfach angezweifelt wird, das ich aber im Katzensee unbedenklich zum Plankton zähle. Im Herbst 1898 fand ich activ limnetisch noch ein zweites Infusor, Amphileptus meleagrina.

Melosirafäden aufsitzend und auch frei schwimmend, fand ich ziemlich häufig eine Vorticella, die ich nicht näher bestimmt habe. Ich fand nur sehr selten lebende Tiere, und diese wenigen gingen während der Untersuchung zu Grunde. Soviel konnte ich nur mit Sicherheit konstatieren, dass der Stiel am Köpfchen excentrisch, bezw. seitlich eingefügt war. Dann und wann begegneten mir auf verschiedenen Planktonten aufsitzend Vorticella nebulifera Ehrenberg und Epistylis anastatica Ehrenberg.

Das Maximum weisen die Infusorien im Katzensee auf im November und Dezember, weniger zahlreich kommen sie vor im April. Coleps viridis verschwindet nie ganz aus dem Plankton, die passiv limnetischen Infusorien dagegen fehlen im Sommer ganz.

f. Wenden wir uns nun zu den Rädertieren, und besprechen wir zuerst das im Katzensee perennierende Genus Anuraea.

Anuraea cochlearis Gosse trifft man im Katzensee immer an, Anuraea aculeata Ehrenberg gesellt sich ihr im Frühling bei, Anuraea longispina Kellicot fehlt selten. Am reichlichsten fand ich die Anuraeen im Mai 1897 und 1898, dann auch in ziemlicher Anzahl im November der beiden Jahre. Selten findet man Tiere, die kein Ei mit sich herumtragen.

Zacharias und Apstein beschreiben die Anuraeen als Sommertiere, auch Whipple fand die Tiere am zahlreichsten im Hochsommer.

Die Scirtopodengenera Triarthra und Polyarthra zeigen in ihrem Auftreten grosse Lücken. Genau habe ich ihre Periodizität erst seit Januar 1898 studiert.

Triarthra longiseta Ehrenberg trat auf Mitte Januar, erreichte im Februar ihr Maximum, ging dann rasch zurück und liess sich vom Juni bis Oktober nie mehr blicken. Im Oktober beobachtete ich Dauereier des Tieres mit langen Borsten, offenbar sich entwickelnde Triarthraindividuen; denn von jener Zeit an stieg die Anzahl der Tiere wieder bis Mitte November, nahm dann wieder ab, um im März 1899 aufs neue anzusteigen. Beim Rückgang von Triarthra, anfangs Juni, waren Dauereier öfters sichtbar, während der Periode der starken Vermehrung trugen die Tiere parthenogenetische Eier bei sich.

Polyarthra platyptera Ehrenberg fand ich zuerst im Februar 1897 nebst vielen dickschaligen Dauereiern. Im März verschwand das Tier, trat im Mai wieder auf, nahm aber gegen den Hochsommer hin stark an Zahl ab. Erst im Januar 1898 trat Polyarthra wieder häufig auf und blieb eine konstante Erscheinung des Planktons bis zum Abschluss meiner Untersuchungen im März 1899. Dauereier fand ich während des ganzen Jahres 1898 nie. Grosse Mengen des Tieres konstatierte ich Ende April und Ende Dezember, die maximale Produktion fiel in den September 1898. Näheres zeigt die Periodizitäskurve auf Tafel V.

Vergleichen wir nun unsere Zahlen mit denen, die Apstein und Zacharias gefunden haben, dann ergeben sich besonders für Triarthra erhebliche Unterschiede. Während im Katzensee Triarthra eine Erscheinung des Frühlings und Herbstes ist, ist sie in den holsteinischen Seen ein Sommertier; sie tritt auf vom Juni bis im

November. Polyarthra kommt nach Zacharias im Mai, Spätsommer und Herbst vor.

Ich will hier auf eine Erscheinung aufmerksam machen, die Zacharias in seinen Untersuchungen über das Heleoplankton (50,6) besonders hervorhebt, nämlich auf die individuellen Grössendifferenzen.

Für Triarthra fand Zacharias, dass die heleoplanktonischen Individuen grösser sind und namentlich längere Borsten besitzen als diejenigen aus Seen. An Individuen aus dem Katzensee habe ich Messungen vorgenommen und folgende Dimensionen gefunden.

I.	Körper	143 μ	II. 104 μ
	seitliche Borsten	403 μ	273 μ
	hintere Borste	351 μ	299 μ

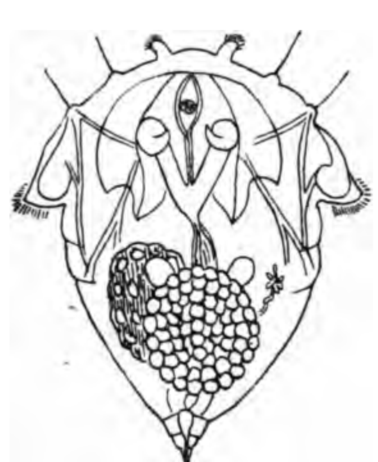
Zacharias (50,5 pag. 112) mass an den Seitenborsten folgende Längen: Minimum 385—495 μ, Maximum 900 μ, dazwischen Zahlen wie 528, 600, 630, 720, 765 und 774 μ.

Zu den Zeiten, wo Polyarthra häufig vorkommt, begegnet man oft Individuen, die erheblich grösser sind, als die meisten andern. Zacharias beschreibt eine Varietät, die grösser ist, als die Stammform und breitere Flossen besitzt, als var. enryptera, doch stimmen die grossen Individuen aus dem Katzensee damit nicht überein.

Mastigocerca capucina Zach. et Wierz. ist im Katzensee ein ausgesprochenes Sommerrotator. Im Sommer 1897 und 1898 traf ich es regelmässig in allen Fängen vom Mai bis im November, jedoch nie massenhaft. Eine graphische Darstellung habe ich nicht gegeben, wie auch nicht für Asplanchna und Synchaeta und für Hudsonella picta.

Die Synchaeta pectinata Ehrenberg aus dem Katzensee ist in lebendem Zustande von beispielloser Hyalinität, zudem ist ihr Körper gerundet und nicht rein konisch, doch besitzt sie alle konstanten Merkmale des Typus. Ihr Vorkommen beschränkt sich im Katzensee auf die Monate Dezember bis Mai, in warmen Jahrgängen nur bis April. Die kleine Synchaeta tremula Ehrbg. hält länger aus. Auch in den holsteinischen Seen ist Synchaeta ein Wintertier; nach Apstein kommt sie vor vom Januar bis April, nach Zacharias überdies auch noch in den Monaten September und Oktober.

Asplanchna helvetica Imhof tritt im Katzensee nie sehr häufig auf und ist nur in der kältern Jahreszeit zu finden, in den Monaten Dezember bis April. Im Dezember 1897 und 1898 habe ich öfters Männchen von Asplanchna beobachtet.



Synchaeta pectinata.

Lauterborn beschreibt Asplanchna für die Altwässer des Rheins als prennierende Form, die im Sommer namentlich häufig erscheint, im übrigen aber in ihrem Auftreten unregelmässig ist. Diese letztere Beobachtung bestätigt auch Apstein. Nach freundlicher Mitteilung von Prof. Heuscher ist auch in den Berner-Oberländer Seen Asplanchna im Sommer besonders häufig.

Meine Beobachtungen über Hudsonella picta Zach. et Calman decken sich vollständig mit denjenigen von Apstein. Ich habe das Rädertierchen im Katzensee nur im Winter 1898/99 nicht gefunden, sonst war es immer gegenwärtig. Besonders häufig trifft man Hudsonella im Sommer, nicht selten bräunlich verfärbt, so dass der Name picta gar nicht passend erscheint. Im allgemeinen habe ich beobachtet, dass die Färbung um so schöner ist, je kälter das Wasser ist.

Eine häufige Erscheinung des Sommerplanktons ist Pompholyx sulcata Hudson.

g. Die Cladoceren sind in der Zähltabelle als Gruppe aufgeführt und als solche sind sie auch auf Tafel VI aufgezeichnet. Wie ich es mit den gefundenen Zahlen halte, habe ich früher schon bemerkt.

Während des ganzen Jahres findet man im Katzensee die beiden Bosminaspecies Bosmina longirostris Leydig und Bosmina cornuta Jurine. In fabelhaft grosser Menge fand ich am 3. Mai 1897 meist eiertragende Weibchen der beiden Bosminiden an der Oberfläche des Sees treiben. Die Tiere zeigten alle einen grünlichen Schimmer. Seither sind sie mir nie mehr in so grosser Anzahl zu Gesicht gekommen. Grössere Mengen von Bosmina fand ich am 11. August 1898 und im Februar 1899.



Apstein giebt für beide Bosminaarten als Lebensdauer die Monate Mai bis September an, Zacharias die Zeit vom Oktober bis Februar und vom Mai bis August, in welchem Monat sie das Maximum erreichen. Nach Apstein fällt dieses in den Juli.

Daphnia longispina Leydig ist im Katzensee eine Erscheinung des Frühlings und des Herbstes. In grossen Mengen kommt sie nie vor.

Hyalodaphnia cucullata Sars erscheint im April, wird gegen den Sommer hin immer häufiger, bis sie im Juli bis August ihr Maximum erreicht. Die letzten Exemplare verschwanden Mitte November aus dem Plankton. Dieselben Resultate haben Apstein und Zacharias konstatiert.

Die Ceriodaphnien treten nach Zacharias vom Juli bis Oktober auf. Im Katzensee zeigten sie sich im Jahre 1898 zuerst im Juni und verschwanden mit Beginn des Novembers. Das Maximum erreichten sie im August und September. Ceriodaphnia pulchella Sars und Ceriodaphnia reticulata Leydig sind die beiden Arten, die im Katzensee vorkommen, die erste ist aber weitaus gemeiner als die zweite. Diese ist auch nicht typisch limnetisch.

In der Zeit der grössten Produktion der Cladoceren sind Weibchen mit Eiern oder Embryonen im Brutraum recht häufig zu beobachten. Ephippienweibchen beobachtete ich im Oktober 1898, und zwar nur solche von Ceriodaphnia pulchella. Von allen andern Cladoceren sind mir Ephippienweibchen nie begegnet.

Zacharias hat im zweiten Band der Berichte der Station Plön hingewiesen auf die Veränderungen der Kopfform von Hyalodaphnia cristata. Apstein (l. c.) beobachtete ähnliche Erscheinungen bei Daphnia hyalina. Neuerdings hat Stingelin (39) in den Forschungsberichten von Plön einen Aufsatz über die jahreszeitliche Variation der Crustaceen veröffentlicht. Ich habe namentlich im Jahre 1898 auf die Formveränderungen der Species Hyalodaphnia cucullata, Bosmina cornuta und Ceriodaphnia pulchella geachtet und meine Beobachtungen in folgendem niedergelegt.

Hyalodaphnia cucullata zeigt im April einen Helm, dessen Höhe kaum die Hälfte der übrigen Körperlänge beträgt (Fig 1). Nach und nach treten immer Formen mit grösserem Helm auf, wie sie in Fig. 2 dargestellt sind. Im Juni und Juli erreicht der Helm seine maximale Höhe, die mehr als die Hälfte der Körper-

länge beträgt (Fig. 3). Gegen den Herbst hin flacht sich der Helm wieder ab und die letzten Hyalodaphnien scheiden mit ganz niedrigem Kopf aus der limnetischen Gesellschaft (Fig. 4). Zacharias konstatierte gegen den Herbst hin bei Hyalodaphnia cristata eine beträchtliche Verkürzung des Helmes.

Für Ceriodaphnia pulchella decken sich meine Beobachtungen im wesentlichen mit denen von Stingelin (l. c.). Fast kreisrunde, kleine Tiere (Fig. 5) beobachtete ich schon im Juni und Juli.

Im August waren diese Formen recht zahlreich, verloren aber gegen den September hin immer mehr an Rundung. Besonders an Männchen war die Form, wie sie Fig. 6 darstellt, gar nicht selten zu beobachten. Hand in Hand mit dem Verluste der Rundung ging eine Vergrösserung der Tiere vor sich. Die dorsale

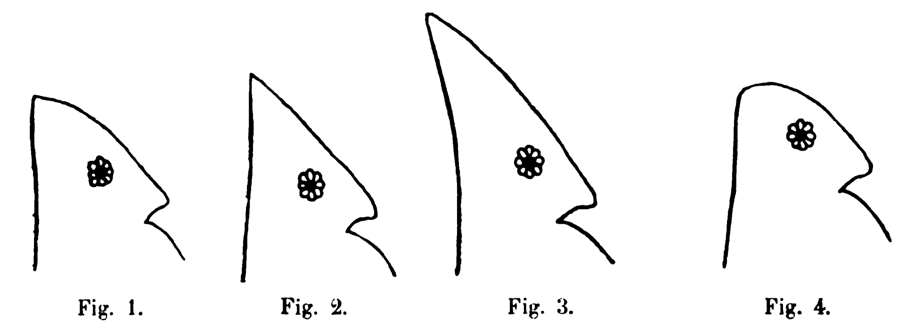


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

Ecke des Panzers wurde immer undeutlicher bis im Oktober, wo sie überhaupt nicht mehr nachzuweisen war, und die Tiere das Aussehen von Fig. 7 hatten.

Bosmina cornuta und B. longirostris zeigen beide die Tendenz, die Antennen im Laufe des Jahres zu verkürzen. Bei Bosmina cornuta wird zudem die Krümmung immer grösser. Der Mucro verkürzt sich ebenfalls bei beiden Arten. Nie habe ich bei B. cornuta einen mehrgliedrigen Mucro konstatieren können, wie ihn Stingelin zeichnet. Dann beobachtete ich, dass die Anzahl der Glieder der Antennen annähernd konstant blieb.

Bei Bosmina cornuta war die Aufeinanderfolge der Formen I—III in Fig. 8 folgende:

I November bis März.
II März bis Juni und Oktober.
III Juli bis September.

h. Die Copepoden des Katzensees rekrutieren sich aus den beiden Genera Cyclops und Diaptomus. In der Zählung, mit der ich für die Copepoden erst 1898 begann, habe ich alle Copepoden zusammengezählt und ebenso aufgezeichnet.

Copepoden fehlten in keinem Plankton; waren auch keine erwachsenen Tiere da, so fehlte doch die Naupliuslarve nicht. Im Januar 1898 trat Diaptomus gracilis Sars begleitet von vielen Naupliuslarven im Plankton auf und zwar in ansehnlicher Menge. Die Weibchen trugen Eiersäckchen, die Männchen zeigten die typische verbildete rechte Antenne und trugen Spermatophoren auf sich. Im Februar gesellten sich einige Cyclopiden hinzu, vorwiegend Cyclops strenuus Fischer in sehr schlanker Form, und so blieb der Bestand der Gesellschaft bis Ende April. Von da an

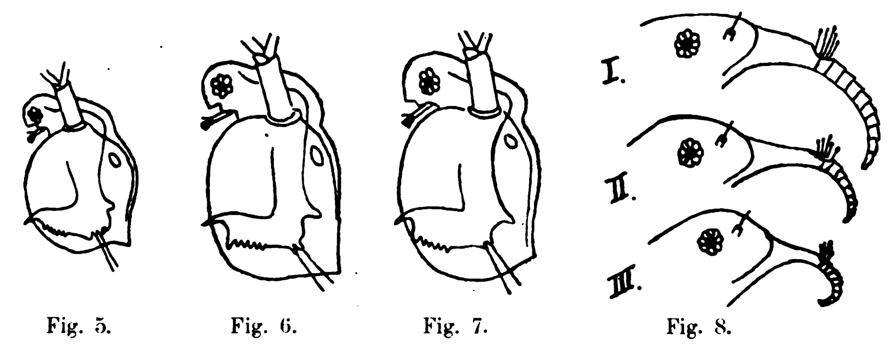


Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8.

nahm die Zahl der Mitglieder stetig ab. Diaptomus und Cyclops traten aus dem Verbande aus, schliesslich waren nur noch Naupliuslarven zu finden. Mitte Juni fand ich dann in der Entwicklung weit fortgeschrittene Naupliuslarven und bald darauf ausgebildete Exemplare von Cyclops und Diaptomus, die sich natürlich nach und nach aus den Larven entwickelt hatten. Diese waren gänzlich verschwunden. Der 11. August brachte das Maximum der Copepoden. Ich zählte 8800 Exemplare von Cyclops, 1000 Individuen von Diaptomus und auch Nauplius war wieder vertreten mit 800 Exemplaren. Die Cyclopsweibchen trugen Eiersäckchen. Die folgenden Monate brachten eine Abnahme der Copepoden, am 31. Oktober erbeutete ich zum letzten Male eine ordentliche Menge. Mitte November war Cyclops im Plankton nicht mehr zu finden, dafür Naupliuslarven; Diaptomus war noch anwesend und harrte

auch den ganzen Winter über aus. Im Februar 1899 mehrten sich die Naupliuslarven stark und im März war auch Cyclops wieder anwesend.

Zacharias beobachtete Cyclops massenhaft im September, giebt sein Vorkommen ferner für die Monate Juli bis Januar an. Diaptomus fand er vom September bis Januar, in Vermehrung im Dezember. Apstein konstatierte Diaptomus vom November bis April, Cyclops vom April bis September.

Merkwürdig ist die Thatsache, dass sich Diaptomus gerade in der Zeit fortpflanzt, wann das Seewasser am kältesten ist, ja selbst bei gefrorenem See.

Das Oel der Copepoden, das im Sommer farblos bis gelblich ist, färbt sich im Winter rot. Ich beobachtete diese Erscheinung vom November 1898 bis im März 1899 und ebenso im Winter 1897/98 bis im Februar.

i. Wir wollen nun zum Schlusse die Resultate zusammenfassen. Als perennierende Formen erwiesen sich: Clathrocystis aeruginosa, Melosira (alle drei Species), Pediastrum Boryanum, P. duplex, Botryococcus Braunii, Dinobryon stipitatum, D. divergens, Ceratium hirundinella, Peridinium cinctum, Anuraea cochlearis; Bosmina cornuta, B. longirostris; Cyclops div. spec., Diaptomus gracilis; Coleps viridis.

Wir können a priori sagen, dass die perennierenden Planktonten Organismen sind, die keine Dauerstadien erzeugen, wir finden aber für den Katzensee diese Annahme nicht ausnahmslos bestätigt. Ceratium und Dinobryon z. B. bilden Dauercysten, wir finden beide aber das ganze Jahr hindurch. Etwas rätselhaft ist der Fall von Anuraea aculeata. Sie kommt nur im Frühling vor, und ich fand keine Dauereier, sondern nur parthenogenetische. Lauterborn (l. c.) beobachtete im April 1892 Dauereier dieses Rotators. Möglich ist es, dass A. aculeata im Katzensee auch Dauereier erzeugt, dass sie mir aber bei der Untersuchung entgingen.

Ausgesprochene Sommerplanktonten sind: Ceratium cornutum, Hudsonella picta, die Mastigocercen, Pompholyx sulcata, Hyalodaphnia cucullata und Ceriodaphnia pulchella. Für Clathrocystis aeruginosa, die Peridineen, Dinobryon ist der Sommer die günstigste Zeit, die Zeit, wo sie sich reichlich vermehren.

Im Winter, auch unter dem Eise, hört, wie schon Imhof gezeigt hat, das Leben im Wasser nicht auf. Diaptomus gracilis findet man häufig im Winter in Vermehrung; Synchaeta pectinata, Asplanchna helvetica und die Vorticellen zeigen sich nur im Winter in grösserer Anzahl, im Frühling sterben sie aus.

Der Frühling ist die Zeit der Chlorophyceen, der Scirtopoden und Bosminiden, Anuraea aculeata tritt auf, auch Conochilus volvox fand ich öfters, doch nur in kleinen Kolonien zu 3—7 Individuen.

Der Herbst zeigt ähnliche Erscheinungen wie der Frühling, Anuraea aculeata fehlt, dagegen werden die aktiv limnetischen Infusorien häufiger.

Die Diatomaceen beginnen ihr Wachstum während der Frühlings- und Herbstzirkulation, erreichen ihr Maximum unmittelbar nach diesen Zeiten und kommen nur spärlich vor während der Sommer- und Winter-Stagnation.

14. Schwankungen im Ertrag.

Es ist nach dem vorhergegangenen selbstverständlich, dass ein See nicht immer denselben Ertrag an Plankton abwirft, sondern die produzierte Planktonmenge ist abhängig von der Menge der Planktonten, die das Wasser beherbergt. Besonders die voluminösen Copepoden und Cladoceren werden, wenn sie massenhaft auftreten, das Planktonvolumen wesentlich vergrössern.

Die grösste Planktonmenge im Jahre 1897 lieferte der 22. Mai, der November war auch recht produktiv. Im Jahre 1898 lieferten der 17. Mai und der 14. November die fettesten Erträge, wobei zu bemerken ist, dass die Planktonmasse vom 14. November alles dagewesene übertraf. Minimal waren die Erträge vom 1. Oktober 1897, vom Februar 1898 und vom Januar 1899. Der Abfall der Produktionskurve (Tafel II) von den Maxima ist ein steiler, der Anstieg zu denselben ein allmählicher.

Betrachten wir nun die Beziehungen zwischen Population und Produktion näher. Das Protokoll vom 14. Februar 1898 weist 24 Species auf, alle, mit Ausnahme von Triarthra und den Copepoden, in nur kleiner Anzahl. Der Ertrag ist gering. — Ebenfalls 24 Species weist das Protokoll vom 17. Mai 1898 auf. Als An-

merkung steht: schwache Wasserblüte von Clathrocystis aeruginosa. Ceratium und Dinobryon waren zahlreich anwesend, Anuraea zeigte das Maximum; Scirtopoden und Cladoceren massenhaft, Copepoden nur wenige. Die Produktion ist recht ansehnlich. Am 14. November 1898 erreichte der Planktonertrag die maximale Höhe. An diesem Tage waren ungeheure Mengen von Melosira zu finden. Clathrocystis bildete eine starke Wasserblüte. Dinobryon und Copepoden fanden sich in grosser Menge vor.

Im grossen Plönersee fand Zacharias im Jahre 1895 folgende Verhältnisse. Maximale Produktion Mitte Juli, mittlere Erträge Mai und Oktober, kleinere Erträge Ende September, Minimum Mitte Dezember bis April.

Im ganzen dürfen wir sagen, dass die Planktonproduktion im Katzensee eine geringe ist. Deutlich zum Ausdruck kommt diese Thatsache in folgender Tabelle, die ich der Schrift „Die Schwebeflora unserer Seen" von Schröter entnehme, unter Hinzufügung der Resultate aus dem Katzensee.

Vergleich des maximalen Planktonertrages unter 1 m² Oberfläche.

See	Grösse in Km²	max. Tiefe	Datum des Zuges	Tiefe d. Zuges	Beobachter	cm³ unter 1 m²	Dominierende Form
Genfersee	582,36	309,7	19.V. 1896	60	Forel	126	Dinobryon sertularia
Bodensee (ohne Untersee	475,48	251,8	13./14.V. 96	60	Forel	14	?
Zürichsee	87,78	143	12.V. 1896	8	Heuscher & Schröter	1006	Tabellaria fenestrata
„	87,78	143	19.V. 1896	54	Heuscher	763	„
„	87,78	143	12.V. 1896	60	Forel	260	„
Grosser Plönsee	30,28	60,5	20.V. 1895	40	Zacharias	330	Melosiren
„	30,28	60,5	10.VIII. 95	40	„	1207	Gloeotrichia echinulata
„	30,28	60,5	31.VII.1892	40	Apstein	424	Diatomeen, Ceratien, Rotatorien, Crustaceen
Dobersdorfer See	3,14	20,0	4. X. 1891	20	„	3977	Clathrocystis aerug.
Passadersee	—	7,0	4. V. 1890	7	„	227	?
Molfsee	0,34	7,0	6. VI. 1893	3	„	1363	?
Katzensee	0,35	7,8	17.V. 1898	5	Amberg	5	Ceratium hirundinella
„	0,35	7,8	14.XI.1898	5	„	6,2	Melosiren
„	0,35	7,8	19. I. 1899	5	„	0,6 Minimum	„

15. Die Nahrungsquellen des Sees und die Ernährungsverhältnisse der limnetischen Lebewelt.

Alle Nahrung, die ein See enthält, ist entweder in ihm entstanden oder wird ihm von aussen zugeführt. Was dem See von aussen zugeführt wird, wird ihm durch die Luft, durch Regen oder durch die Zuflüsse zugeführt.

Die Luft ist ein Gemenge von rund 79 Teilen Stickstoff und 21 Teilen Sauerstoff. Daneben enthält sie 0,04 % Kohlensäure, Spuren von Ammoniak, salpetriger Säure und Salpetersäure. Die Seeoberfläche ist immer mit der Luft in Berührung, bei Wind werden auch tiefere Schichten durchlüftet. Wasser absorbiert Luft, Sauerstoff in grösserer Menge als Stickstoff. Die andern Gase werden in ihrer ganzen Menge gelöst. Der Wind führt mineralischen und organischen Staub zu, Pflanzenhaare, tierische Haare, Blütenstaub (Pinuspollen) u. a. m. Diese zugeführten Partikel verursachen die Erscheinung, die unter dem Namen Seeblüte bekannt ist, und die hauptsächlich im Frühling, zur Blütezeit der meisten Bäume, auftritt.

Der Katzensee hat eine Menge unterirdischer Zuflüsse. Das Grundwasser, das er durch diese erhält, ist ein Teil der Niederschläge, die im Einzugsgebiet des Sees fallen. Das Einzugsgebiet ist teils Torfland, teils Wald, zum grössten Teil aber Kulturland. Das Regenwasser löst CO_2, NH_3, N_2O_3 und N_2O_5 aus der Luft. Auf seinem Wege durch die Ackererde löst es Düngstoffe, die auf den Feldern liegen, giebt sie aber nebst den Gasen in tiefern Schichten teilweise ab, die Kohlensäure wird angereichert. Suspendierte Sustanzen werden auf dem Wege durch die Ackererde zurückgehalten.

Das CO_2 haltige Sickerwasser löst aus den Kiesen, die es durchfliesst, $CaCO_3$ und SiO_2 und führt diese Stoffe dem See zu, wo sie Verwendung finden. Die Kieselsäure dient den Diatomeen zum Aufbau des Panzers, der kohlensaure Kalk schlägt sich auf den Wasserpflanzen nieder, er inkrustiert sie, er dient auch den Mollusken zum Aufbau ihrer Schalen. Die Schnur, an der ich mein Netz durch den See zog, war nach kurzem Gebrauch mit Kalk überzogen. Die Kohlensäure des Wassers wird nun von den

Pflanzen, die im See schweben und von den submersen Wasserpflanzen teilweise zur Assimilation verwendet. Im Sommer erwärmt sich das Wasser stark, und dadurch sinkt sein Lösungsvermögen für CO_2. Der See verliert auch auf diese Weise CO_2, welches Kalkkarbonat in Lösung zu halten vermag. Es wird demnach $CaCO_3$ verloren gehen. Es fällt als feiner Regen von der Oberfläche, wo besonders viel CO_2 verdunstet, zum Grund des Sees, wo es am Aufbau der Seekreide Anteil nimmt. Durch den Kalkregen wird das Wasser getrübt und ich schreibe die geringe Transparenz des Katzensees im Sommer hauptsächlich dieser Trübung zu.

Die oberirdischen Zuflüsse bringen dem Katzensee teils Quellwasser, reich an $Ca(HCO_3)_2$, teils Torfwasser. Dieses enthält ebenfalls Kalkbikarbonat, reagiert daher alkalisch und löst viel Humussäuren. Diese Torfwasser sind theegelb bis kaffeebraun.

In den Torflöchern findet man zahlreiche Pflanzen und Tiere, auch solche, die uns aus dem Plankton bekannt sind: Pediastrum Boryanum, Coelastrum sphaericum, Peridinium cinctum, Ceratium cornutum, Dinobryon u. a. m. Ein Torfstich am kleinen See enthält genau dieselbe Lebewelt, wie der See selbst. Exemplare von Diaptomus aus diesem Loch zeigten prächtige Schmuckfarben. — Die Organismen der Torfstiche gelangen entweder lebend oder tot in den See und können dort, wie auch die Pflanzenpartikel, welche die Torfwasser bringen, verwertet werden.

Im See selbst wird ebenfalls Nahrung für Pflanzen und Tiere produziert. Organischer Detritus, Blätter von den Bäumen, die das Südufer beschatten, andere Pflanzenteile verwesen im See, entweder auf dem Seegrund oder im freien Wasser. Es entstehen dabei Gase wie N, NH_3, CO_2, CH_4, welche teils als solche verwertbar sind, teils aber sich oxydieren zu verwendbaren Stoffen. Die Gase, welche am Grund des Sees entstehen, nebst den übrigen Zerfallsprodukten, werden bei der Zirkulation hauptsächlich in luftreichere Schichten geführt, wo sie zu Nahrungsstoffen weiter oxydiert werden.

Die Uferflora ist am Katzensee ziemlich üppig, obgleich die relative Uferentwicklung nach Seligo (37 pag. 48) für den grossen See nur 1,2815, für den kleinen nur 1,2581 beträgt. Die Schaar ist aber an vielen Stellen mächtig entwickelt und bietet der Verlandungsflora festen Boden. Die Uferflora dient vielen kleinen

Lebewesen als Schutz, die einzelnen Pflanzen dienen als Anhaftungspunkte und das Dickicht, das die submersen Pflanzen im Vereine mit den untergetauchten Teilen von Phragmites, Scirpus etc. bilden, bietet willkommene Schlupfwinkel. Die Verlandungsflora selbst, sowie die darin beherbergten andern Lebewesen, bilden eine erhebliche Nahrungsquelle.

Zur Zeit, wo sich viele Zersetzungsprodukte im See befinden, im Herbst, hat der See einen eigentümlichen Geruch. Whipple (48) hat die Gerüche der Seen genau ergründet und teilt sie ein in drei Gruppen: aromatic, fishy, grassy. Die Cyanophyceen insbesondere verbreiten „grassy odors", der Geruch von Clathrocystis ist nach Whipple „sweet grassy". Der Katzensee riecht im Herbst, obschon er dann viel Clathrocystis beherbergt, nicht nach frisch geschnittenem Gras, sondern eher fischartig und moderig. Eine Planktonprobe mit Clathrocystis riecht schon nach einem Tag deutlich nach Merkaptan. Die Gitteralge kommt zur Zeit des Rückganges der Uferflora, wenn der See mit Zerfallsprodukten gesättigt ist, massenhaft vor. Sie gehört zu denjenigen Algen, die im stande sind, auch hochmolekulare Stickstoffverbindungen zu verwerten. Aus deutschen Seen wird berichtet, dass zur Zeit der Wasserblüte von Clathrocystis viele Fische sterben. Aus dem Katzensee sind mir solche Thatsachen nicht bekannt, wohl aber aus dem Lago di Muzzano, dessen Plankton im September zu 85 % aus Clathrocystis besteht. Die Alge aber ist nicht schuld am Sterben der Fische, sondern eben das schlechte Wasser, welches ihr erlaubt, so massenhaft aufzutreten.

Das Phytoplankton wird oft und mit Recht als Urnahrung bezeichnet; denn es baut sich auf aus den unorganischen Stoffen, die im Wasser enthalten sind, und aus Wasser selbst. Ausser diesem letztern fallen hauptsächlich in Betracht: CO_2, N_2O_3, N_2O_5 und Aschenbestandteile. Whipple giebt an, dass gewisse Beobachtungen zu zeigen scheinen, dass die Diatomeen ihren Stickstoffbedarf beziehen aus Nitraten oder aus freiem Ammoniak. Das Ammoniak, welches im Katzensee durch einfaches Nesslerisieren nachweisbar ist, könnte auch noch indirekt Verwendung finden, wenn es durch nitrifizierende Bakterien zu Nitriten und Nitraten oxydiert würde. Ob solche Bakterien im Katzensee vorkommen, kann ich nicht angeben.

Alle Organismen des Planktons, welche sich nicht aus den anorganischen Bestandteilen des Wassers aufbauen können, sind für ihre Ernährung auf geformte Stoffe angewiesen, auf organischen Deritus oder auf die limnetischen Pflanzen. Von diesen sind aber nicht alle geniessbar. Melosira z. B. ist im Katzensee ein entschiedenes Unkraut. Nach Apstein ist sie in den holstein'schen Seen die Hauptnahrung der Copepoden. Ceratium und Peridinium sind auch nur geniessbar, wenn sie des Panzers entledigt sind. Dinobryon kann nur in einzelnen Individuen verzehrt werden.

Um zu untersuchen, was für Nahrung die Tiere zu sich nehmen, müssen wir sie im Leben beobachten und Untersuchungen des Darminhaltes anstellen. Die Tiere sind gewöhnlich so hell, dass diese Untersuchung ohne weiteres vorgenommen werden kann. Bei Copepoden, die nicht ganz durchsichtig sind, habe ich folgendes Verfahren mit Erfolg angewendet. Dem Wasser, in dem sich das Tier auf dem Objektträger befindet, wird, ohne das Deckglas zu heben, ein Tropfen Chloralhydrat zugesetzt. Dieses dringt langsam vor und verursacht bei dem Copepoden Entleerung des Verdauungstraktus nach beiden Seiten. Der also frei präparierte Darminhalt ist dann leicht zu untersuchen.

Die Nahrungsaufnahme der Infusorien ist leicht am lebenden Tier kontrollierbar. Coleps viridis, obschon chlorophyllhaltig, ernährt sich doch auch von geformter Nahrung. Unter dem Mikroskop habe ich oft Individuen von Coleps gesehen, die Uroglenakolonien wiederholt anrannten, so lange bis diese sich lockerten, und die einzelnen Individuen von den Gallertstielen abbrachen. Diese Monaden verzehrte dann Coleps. Vorticella benützt, im Zürichsee wenigstens, Anabaena nicht nur als Vehikel, sondern auch als Nahrungslieferant. Wiederholt habe ich beobachtet, wie einzelne Anabaenazellen im Schlund der Vorticellen verschwanden.

Trotz aller Aufmerksamkeit, die ich den kleinen Rotatorien schenkte, war es mir unmöglich, mir Gewissheit zu verschaffen über die Natur ihrer Nahrung. Der bräunliche Darminhalt von Anuraea lässt auf Detritus schliessen. Asplanchna lässt sich in ihrer Nahrungsaufnahme leicht kontrollieren. Kleine Algen aller Art, einzelne Dinobryonzellen, kleine Peridineen bilden ihre Nahrung. Ich habe im Magen des Tieres auch schon Peridinium cinctum mit defektem Panzer gefunden. Professor Heuscher berichtete mir

über einen Fall, wo er Synedra delicatissima im Magen von Asplanchna fand.

Im Katzensee fand ich die letzte Erscheinung nie, ebenso konnte ich keine Melosiren und ganze Ceratien finden, die dem Tier als Nahrung gedient hätten. Synchaeta ernährt sich ähnlich wie Asplanchna. Beide verschmähen auch Detritus nicht. Es scheinen sich überhaupt die Rotatorien nicht auf die Aufnahme lebender Organismen zu beschränken, auch totes Material ist ihnen willkommen.

Der Darminhalt der Kruster ist gewöhnlich bräunlich-grün und setzt sich zusammen aus Fragmenten von Algen, exclusive Melosira und grosse Diatomeen, aus Ueberresten (Gefässe) höherer Pflanzen und aus den Schalen von Peridineen und von Coleps viridis. Die Kruster sind also Omnivoren; sie sind nicht nur auf die Urnahrung des offenen Wassers angewiesen. Sie fressen auch Organismen, die in der Uferzone heimisch sind und begnügen sich auch mit Detritus. Namentlich im Winter ernähren sie sich fast ausschliesslich von den Ueberresten höherer Pflanzen. Dieses Verhalten erklärt uns dann auch, warum es den Copepoden möglich ist, auch unter dem Eise üppig zu gedeihen und sich sogar zu vermehren.

Die Kruster des Planktons sind den Fischern schon lange bekannt unter dem Titel Fischnahrung. Junge Fische besonders ernähren sich ausschliesslich von den limnetischen Tieren. Allerdings weiden die Fische auch die Uferregion ab. In der Menge der pelagischen und litoralen Fauna haben wir ein Mass für die Nahrung, die den Fischen zur Verfügung steht. Die Fauna des Wassers ist aber angewiesen auf die Urnahrung und den Detritus, der zum grössten Teil aus der litoralen Zone von der Uferflora stammt.

Die Menge der Urnahrung im Katzensee ist gering, diejenige der Fischnahrung ebenfalls. Es werden demnach Fische, die lediglich auf die limnetische Fauna angewiesen sind, nur ein kümmerliches Dasein fristen. Zudem wirkt die Qualität des Wassers auf die Fische nicht günstig. Nach Mitteilungen von Hrn. Dändliker, Verwalter des Katzenseegutes, und von Hrn. Brunner kommen im See folgende Fischarten vor:

Hecht (Esox lucius L.) Brachsen (Abramis brama L.)
Barsch (Perca fluviatilis L.) Rottele (Scardinius erythrophtalmus L.)
Schleihe (Tinca vulgaris Cuv.) Aal (Anguilla vulgaris Flem.)
Karpfen (Cyprinus carpio L.) [nur in sehr alten Exemplaren].

Es fehlen dem Katzensee die Coregonen und Forellen, die im klaren Wasser unserer Seen vorkommen, dagegen ist die Schleihe, der Fisch, der für seichte, schlammige Gewässer typisch ist, vertreten. Im Lago di Muzzano, dessen Wasser noch eine Nummer schlechter ist als dasjenige des Katzensees, kommt Tinca massenhaft vor. Die Raubfische bilden die hauptsächlichste Bevölkerung des Katzensees. Karpfen, die in den See eingesetzt wurden, fielen teils den Raubfischen zum Opfer, teils verhungerten sie, nur wenige konnten sich bis jetzt erhalten. Es fehlt den Fischen auch an geeigneten Laichplätzen, da die Seehalde und der Grund jeglichen Pflanzenwuchses entbehren.

16. Qualifikation des Katzensees.

Nach Forel ist ein See eine in einer Vertiefung des Bodens ruhende stagnierende Wassermasse, die nicht mit dem Meer in Verbindung steht. Zur Abgrenzung gegen den Teich und Sumpf hin benützt Forel die Tiefe und die Vegetation. Chodat (7 pag. 51) setzt die minimale Tiefe für einen wirklichen See auf 20 m. fest. Darnach fallen die meisten holsteinischen Seen unter den Begriff „lac-étang"; den Lago di Muzzano, den er auch erwähnt, nennt er kurzweg einen Teich, der Katzensee würde auch in diese Gruppe gehören. Nach der Definition von Schröter (35 pag. 5) ist er aber ein See; denn er enthält alle Zonen, die von einem See verlangt werden, namentlich eine von Makrophyten freie Wasserfläche. Nach der „näheren Bestimmung des Begriffes Teich" nach Zacharias (50, 6 pag. 90) ist es schwer, eine scharfe Definition aufzustellen. Mit Sicherheit lässt sich nur angeben, dass er ein Wasserbecken von beliebiger Flächenausdehnung, aber von nur geringer Tiefe unter den Begriff Teich einreiht. Den Katzensee liesse er wahrscheinlich See sein.

Das Plankton des Katzensees zeigt in seiner Zusammensetzung grosse Aehnlichkeit mit dem Heleoplankton nach Zacharias. 44 Arten des Teichplanktons, wie es Zacharias (50, 6 pag. 93) anführt,

kommen im Katzensee eulimnetisch vor, andere dagegen sind nur am Ufer und am Grund vorhanden, wieder andere fehlen. Dafür zeigt der Katzensee eine Anzahl von Planktonten, die Zacharias im Verzeichnis der Heleoplanktonten nicht aufführt. Näheres siehe Planktonverzeichnis und Zusammenstellung am Schluss der Arbeit.

Apstein (l. c. pag. 95) war der erste, der es versucht hat, die Seen nach dem Plankton einzuteilen. Er unterscheidet Chroococcaceen-Seen und Dinobryon-Seen. Die Merkmale sind:

	Chroococcaceen-Seen.	Dinobryon-Seen.
Chroococcaceen	zahlreich	selten
Dinobryon	fehlend od. selten	zahlreich
Chydorus	limnetisch	litoral
Plankton	reich	arm
Wasser	trübe (durch Organismen)	klar.

Zu welcher Gruppe gehört nun der Katzensee? Die Chroococcaceen und Dinobryon kommen reichlich vor. Chydorus ist litoral, Plankton arm, Wasser im Hochsommer durch Organismen trüb. Der Katzensee zeigt also Charaktere beider Gruppen, eher neigt er zu den Dinobryonseen hin. Der kleine Rumensee bei Zollikon zeigt im Sommer ein Plankton, das fast ausschliesslich aus Dinobryon besteht, daneben kommt Chydorus limnetisch vor, das Wasser ist durch Organismen trüb. Im Winter ist das Wasser klar, das Plankton besteht fast nur aus Polyarthra platyptera. Dieser See passt auch nicht ins System, mit ihm noch viele andere. Ein Chroococcaceensee par excellence dagegen ist der Lago di Muzzano, er zeigt alle Merkmale in typischer Art. Die Chroococcaceen, voran Clathrocystis aeruginosa sind so zahlreich, dass das Wasser flockig getrübt erscheint. Das Volk sagt hierüber, der See sei anfänglich ganz klar gewesen, dann aber habe vor vielen hundert Jahren ein Erdbeben stattgefunden und seither sei der See trüb. Ganz und gar nicht anwendbar ist das Apstein'sche System auf die Alpenseen, deren Plankton oft jahrein jahraus aus einer Species besteht und auf die grossen tiefen Seen, wie sie der Lac Léman und der Bodensee darstellen.

Chodat (l. c. pag. 155) versucht es, die Seen nach weniger allgemein verbreiteten Planktophyten zu gruppieren. In den grossen Seen zwischen Jura und Alpen findet man wenige Melosiren, sehr zahlreich dagegen sind Asterionella gracillima und Fragilaria croto-

nensis vertreten. Die Seen mit Teichcharakter dagegen sind reich an Chlorophyceen und an Schizophyceen, als Beispiel hiefür citiert Chodat den Lago di Muzzano. Für die teichähnlichen Seen sind auch die vielen Peridineen, wie man sie ebenfalls im Lago di Muzzano findet, recht bezeichnend.

Für das Plankton des Katzensees ist kennzeichnend:

1. Die Abwesenheit der typisch limnetischen Diatomeen Asterionella gracillima und Fragilaria crotonensis und die Anwesenheit zahlreicher Melosiren und kleiner Cyclotellen.
2. Die grosse Anzahl von Cyanophyceen.
3. Die zahlreichen Chlorophyceen.
4. Die sehr grosse Anzahl von Peridineen.
5. Die kleine Planktonmasse.

Dem Phytoplankton nach zu urteilen, zeigt der Katzensee Teichcharakter, die geringe Planktonmasse dagegen passt nicht in die Charakteristik eines Teiches.

Dem Katzensee gegenüber stelle ich als Teich par excellence den Lago di Muzzano, den ich von 1896 bis 1898 selbst befischte und befischen liess. In ihm findet man alle Heleoplanktonten des Verzeichnisses von Zacharias und die Planktonmenge ist eine fabelhafte.

Als Typus eines eigentlichen Sees haben wir den Bodensee mit seinen typischen Planktonten und der kleinen Planktonmenge.

In folgender Zusammenstellung habe ich zum Teil eigene Beobachtungen verwertet, zum Teil entnehme ich die Daten andern Arbeiten. Die Protokolle der Pflanzen sind ergänzt durch die Beobachtungen von Chodat (7, pag. 173—178), für den Bodensee durch diejenigen von Kirchner und Schröter (34). Die Angaben für die Tiere des Bodan entnehme ich teils einer Arbeit von Imhof über die Fauna des Bodensees, teils der Schrift von Weisman (45). Für die Fauna des Zürichsees hat mir Herr Professor Heuscher die Resultate seiner Beobachtungen in sehr verdankenswerter Weise zur Verfügung gestellt.

17. Zusammenstellung der planktonisch gefundenen Flora und Fauna einiger Seen der Schweiz.

* = tycholimnetisch (vom Ufer oder Grund herstammend).

	Lago di Muzzano	Katzensee	Hüttensee	Türlersee	Greifensee	Zürichsee	Lago di Lugano*)	Bodensee
Algae.								
Schizophyceen:								
Clathrocystis aeruginosa	+	+			+	+	+	
Microcystis punctiformis	+			+		+	+	+
„ ichthyoblabe	+	+						
Coelosphaerium Kützingianum .		+	+			+		
Gomphosphaeria lacustris . . .	+	+					+	
* Chroococcus minutus					+		+	
* „ turgidus		+						
* Gloeocapsa	+	+	+	+				
Anabaena flos aque.	+					+	+	+
„ circinalis	+						+	
„ catenula	+							
Oscillaria rubescens		+				+	+	
* Spirulina oscillarioides		+		+				
* Merismopoedia elegans	+	+		+	+	+		
Diatomaceen:								
Cyclotella comta		+		+				+
„ comta, radiosa . . .						+	+	+
„ „ quadrijuncta .		+	+			+		
„ „ melosiroides. .	+	+	+	+	+	+	+	+
„ „ operculata . .					+	+		
„ „ paucipunctata .			+					+
„ stelligera		+	+					
„ bodanica								+
Melosira varians.								+
„ granulata	+	+	+				+	
„ distans		+						
„ crenulata	+	+	+					
„ orichalcea					+			
Cymatopleura elliptica						+		+
Tabellaria fenestrata, asterionell.						+		

*) Bucht von Lugano und Agno.

	Lago di Muzzano	Katzensee	Hüttensee	Türlersee	Greifensee	Zürichsee	Lago di Lugano	Bodensee
Tabellaria fenestrata	+							+
Fragilaria crotonensis					+	+	+	+
„ capucina		+			+	+	+	+
„ virescens								+
Asterionella gracillima			+	+	+	+	+	+
Synedra Ulna.		+	+					+
„ „ longissima. . . .		+						
Synedra delicatissima.		+	+	+	+	+		+
„ linearis.								+
* Diatoma elongatum						+		+
Chlorophyceen:								
Cosmarium scenedesmus. . . .					+	+		
Staurastrum gracile	+	+						
Scenedesmus quadricauda . . .	+	+						+
Pediastrum Boryanum	+	+						+
„ simplex	+							
„ „ echinulatum	+							
„ „ duodenarium	+							
„ duplex	+	+						
„ „ microporum .	+	+						
„ „ clathratum. .	+							
Coelastrum sphaericum		+	+					
„ pulchrum.	+							
Sphaerocystis Schroeteri. . . .		+		+	+	+	+	+
„ lacustris						+		
Eremosphaeria viridis					+			
Botryococcus Braunii	+	+	+	+		+	+	+
Mastigophora.								
Euflagellata:								
Dinobryon sertularia	+							+
„ divergens	+	+	+	+	+	+		+
„ cylindricum						+		
„ elongatum						+		+
„ thyrsoideum					+			
„ stipitatum	+	+	+		+	+	+	+
Colacium spec. auf Polyarthra .	+							

	Lago di Muzzano	Katzensee	Hüttensee	Türlersee	Greifensee	Zürichsee	Lago di Lugano	Bodensee
Pandorina morum						+		
Endorina elegans						+		
Uroglena volvox	+	+						
Synura uvella		+						
Mallomonas acoroides						+		
Choanoflagellata:								
Diplosiga frequentissima auf Asterionella und Fragilaria . . .				+	+	+	+	
Dinoflagellata:								
Ceratium hirundinella	+	+	+	+	+	+	+	+
„ cornutum		+	+	+				
Peridinium tabulatum	+	+			+	+		+
Peridinium cinctum	+	+	+	+	+	+		
„ bipes	+	+						
„ umbonatum	+							
Glenodinium pusillum		+				+		
„ pulvisculus	+	+	+					
Protozoa.								
Amoebinae:								
Arcella vulgaris	+	+	+					
Difflugia spec.						+		
„ limnetica			+					
„ hydrostatica							+	
Rhizopoda:								
Actinophrys sol	+	+						
Actinosphaerium Eichhornii . .		+						
Actinocystis viridis						+		
Ciliata:								
Coleps viridis	+	+	+	+				
Amphileptus meleagrina		+				+		
Codonella lacustris							+	
Vorticella spec.		+				+		
„ nebulifera		+						
Epistylis anastatica		+						

	Lago di Muzzano	Katzensee	Hüttensee	Türlersee	Greifensee	Zürichsee	Lago di Lugano	Bodensee
Suctoria:								
Acineta tuberosa } auf Diatomeen						+		
„ robusta } auf Diatomeen						+		
Metazoa.								
Rotatoria:								
Conochilus volvox		+				+		+
Floscularia mutabilis		+			+	+		
Asplanchna helvetica	+	+	+	+	+	+	+	+
Synchaeta pectinata		+				+		+
„ tremula	+	+						
Hudsonella picta	+	+	+		+	+	+	
Gastropus Ehrenbergi								+
Mastigocerca capucina	+	+					+	
* „ rattus		+						
* „ scipio		+						
Pompholyx sulcata		+	+					
„ complanata		+						
Brachionus pala	+							
Anuraea cochlearis	+	+	+	+	+	+	+	+
Anuraea aculeata	+	+				+		
Notholca longispina	+	+	+	+	+	+		+
Polyarthra platyptera	+	+	+	+	+	+	+	+
Triarthra longiseta		+		+		+		
Pedalion mirum	+							
Cladocera:								
Daphnia longispina		+	+	+	+	+	+	
„ galeata					+			
„ hyalina						+		+
„ sima			+	+				
Hyalodaphnia cucullata		+						
Ceriodaphnia reticulata	+	+	+					
„ pulchella	+	+	+	+	+		+	
Daphnella brachyura						+	+	+
Sida crystallina						+	+	+
Leptodora hyalina				+		+	+	+
Bythotrephes longimanus						+	+	+

	Lago di Muzzano	Katzensee	Hüttensee	Türlersee	Greifensee	Zürichsee	Lago di Lugano	Bodensee
Bosmina longispina				+	+	+		+
„ longirostris	+	+	+					
„ cornuta	+	+						
Scapholeberis mucronata						+		
Alona guttata						+		
Copepoda:								
Cyclops strenuus		+	+	+		+		
„ oithonoides	+	+		+			+	
„ Dybowskii		+						
„ Leuckarti	+	+						
„ tenuicornis						+		
„ gracilis				+				
„ serrulatus	+							
„ canthocarpoides						+		
Diaptomus gracilis	+	+	+	+	+	+	+	
Heterocope robusta						+		+
Tracheata:								
Atax crassipes						+		
Diptera:								
Corethra plumicornis		+				+		
Höhe der Seen über Meer	342	443	680	650	439	409	274	395
Grösste Tiefe	5,0	7,8	16	20	34	143	288	252
Flächeninhalt in km²	0,26	0,35	0,25	0,48	8,48	87,78	50	475

18. Zählprotokoll

		22. Januar	19. Febr.	14. März	16. April	30. April	17. Mai	4. Juni	18. Juni	8. Juli
T.III	Clathrocystis aeruginosa	700	1000	1000	900	2700	2800	4000	Wasserbl. ?	5000
	Melosira	700	3600	2000	29100	28300	5550	1800	900	2000
	Chlorophyceen	100	500	500	1400	4200	1200	1800	1000	?
T.IV	Ceratium	1100	1300	700	4800	6700	20600	35700	5500	41800
	Peridinium	6400	3500	6400	3400	7800	2600	8900	10800	16800
	Dinobryon	7100	1100	700	2000	28300	1200	1300	1300	38400
T.V	Infusorien	2200	1800	400	200	8400	600	1000	.	.
	Anuraea	2700	2100	600	2900	19000	4600	2000	100	800
	Triarthra longiseta	300	2500	800	200	800	100			
	Polyarthra platyptera	400	200	.	200	800	600	.	100	200
T.VI	Cladoceren	100	300	.	.	600	200	500	800	1000
	Copepoden	500	1000	600	200	500	200	400	1000	2200
T.II	Volumen des Plankton aus 4 Vertikalzügen von 5 m. in mm^3	86	min. 45	50	80	124	368	222	124	159
	Transparenz in m.	4.6	3.2	4.0	2.8	3.5	?	2.5	2.7	2.1
	Lufttemperatur in Celsiusgraden	3.1	2.4	−0,8 10,8	4.2	20	11,4 18,3	22.5	22	20
	Wassertemperatur *a*) Oberfläche	0	0	(Cirkulation) 6.0	11.3	15	14.5	16.8	18.2	20
	b) in 4 m. Tiefe	2.9	1.0	5.0	10.5	14	13,7	15	17	17
	c) am Grund	3.2	2.5	4.0	?	11	11	11	11.8	13.3

Anmerkung: Die Maxima der Produktion sind unterstrichen, ebenso die grösste Transparenz und die höchsten Temperaturen.

· = vereinzelt.

Die Zahlen vor den Namen verweisen auf die graphische Darstellung.

(von 22. Januar 1898 — 4. März 1899).

1. August	11. August	22. August	19. Sept.	27. Sept.	14. Okt.	31. Okt.	14. Nov.	28. Nov.	12. Dez.	28. Dez.	19. Januar	11. Feb.	4. März
6000	52800	46000	(7200)	(9600)	11600	10600	11800	17000	3400	700	800	1000	800
800	3000	200	4500	25000	275600	198000	357800	280200	72200	9000	6100	800	3200
2400	600	400	1800	1000	1400	4800	5000	2400	2200	400	200	100	700
41300	86000	54400	24400	28800	14800	28800	6400	3000	4000	1000	1900	2100	700
32200	23000	21200	14600	14200	3800	5400	3000	3400	3600	700	1700	1700	3600
12000	31400	45200	13800	12700	8000	33400	49200	15000	2400	1300	1300	2100	1000
.	.	1400	600	400	1800	2800	5000	12000	17800	11700	1400	700	400
3600	5400	7800	2600	2400	3200	3600	5200	6600	3600	2200	2100	7600	4300
					400	400	600	200		100		200	400
600	200	800	1000	200	.	200	200	400	600	600	300	200	100
400	2200	1000	800	1200	1300	600	400	600	200	100	.	300	500
1600	10600	3600	3200	3400	1850	2600	1000	400	200	400	600	1100	1100
158	100	190	?	172	367	367	480	260	172	50	45	min. 45	100
3.1	2,1	2,6	?	2,8	2.9	2.6	2.8	2.9	3.0	3,6	?	4.2	3,8
26	26	34	23	24	14,5	(16,2)	7.2	6.0	5.0	—4.2	+10	12	14,5
21,6	21,5	25,1	20.8	18,2	14,5	15,0	10.1	6,6	5,3	Cirkulation 0	+4,5	Cirkulation 3,5	5,1
19,8	20	22,9	.	17,5	14,2	13,5	9.2	6,5	4,8	3.2	+4,0	3.8	4,9
16	16,5	17,3	.	15.9	14,0	12,1	9.0	5.3	4,3	4.0	4.0	4.0	4,9

19. Résumé.

Lage und Grösse des Katzensees.

Höhe über Meer:

grosser See 443,1 m.
kleiner See 442,5 m.

Grösse: 35,44 ha.

grosser See 20,56 ha.
kleiner See 14,88 ha.

Tiefe:

grosser See 8,1 m.
kleiner See 6,5 m.

Die Ufer.

Relative Uferentwicklung (nach Seligo):

grosser See 1,2815
kleiner See 1,2581

Ufergestaltung.

Oestliche Bucht und Süd-West-Ecke des grossen Sees, sowie Ost-Ufer des kleinen Sees zeigen grosse Schaar. Steilufer: Nord-West-Bucht und südlichste Stelle des grossen Sees; am kleinen See mittlere Schaarentwicklung.

Uferflora.

Vom Land gegen den See folgen sich: Carex, Juncus, Phragmites communis, Scirpus lacustris, Potamogeton, Nymphaea alba (Nuphar luteum am kleinen See).

Umgebung.

Oestliche Bucht und Süd-West-Ecke des grossen Sees, sowie kleiner See mit Ausnahme des Ost-Ufers von Sumpf und Moor umgeben. Ufer der Nord-Ost-Bucht des grossen und Ost-Ufer des kleinen Sees sind Kulturland. Süd-Ufer des grossen Sees teilweise mit Laubwald bedeckt.

Das Wasser.

Temperaturverhältnisse vom Dezember 1897 -- November 1898.

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahresmittel
Luft	2,0° C.	9,7° C.	27,1° C.	15,2° C.	13,5° C.
Wasser (Oberfl.)	1,0°	11,2°	20,1°	14,2°	11,6°
Wasser (Grund)	3,2°	8,3°	13,8°	12,3°	9,4°

Wasserfarbe:
nach Forel X—XI
nach Nessler 0,2 cm^3 NH_3

Transparenz:

Maximum	Mittel	Minimum
4,6 m	3,1 m	2,1 m

Kalkgehalt des Wassers: 0,1 ‰ bis 0,2 ‰.

Das Plankton.

Menge, nach Volumen unter einem m^2.
Maximum 14. November 1898 6,2 cm^3.
Minimum 19. Januar 1899 0,6 cm^3.
Mittel 2,1 cm^3.

Anzahl der Planktonten 72 Arten.
Pflanzen 25 Arten.
Mastigophoren 13 Arten.
Tiere 34 Arten.

Absolut dominierend:
Pflanzen: Melosira crenulata und Clathrocystis aeruginosa.
Mastigophoren: Ceratium hirundinella.
Tiere: Anuraea cochlearis.

Perennierend sind von den wichtigeren:
Pflanzen: Clathrocystis aeruginosa, Melosira crenulata.
Mastigophoren: Ceratium hirundinella, Peridinium cinctum.
Tiere: Anuraea cochlearis, Cyclops div. spec., Diaptomus gracilis.

Sommerorganismen:
Pflanzen: Clathrocystis aeruginosa.
Mastigophoren: Dinobryon stipitatum und D. divergens.
Tiere: Ceriodaphnia pulchella.

Wintertiere:
Asplanchna helvetica, Vorticella spec.

Abschluss der Arbeit: 1. Juli 1899.

20. Litteratur.

1. Apstein. Das Süsswasserplankton. Methode und Resultate der quantitativen Untersuchung. Kiel und Leipzig 1896.
2. Asper. Wenig bekannte Gesellschaften kleiner Tiere unserer Schweizerseen. Neujahrsblatt der naturforschenden Gesellschaft, Zürich 1881.
3. Asper und Heuscher. Zur Naturgeschichte der Alpenseen. Jahresbericht der St. Gallischen naturforschenden Gesellschaft. 1885/86 und 1887/88.
4. Blochmann. Die mikroskopische Tierwelt des Süsswassers. 1891.
5. Brand, F. Über die Vegetationsverhältnisse des Würmsees und seine Grundalgen. Botanisches Centralblatt 1896.
6. Chodat, R. Sur la structure et la biologie de deux Algues pélagiques. Journal de Botanique 1896.
7. — Etudes de biologie lacustre. Bulletin de l'Herbier Boissier. Genève et Bâle 1897 et 1898.
8. Fauna helvetica. Bibliographie der schweizerischen Landeskunde. 2. Heft, Seenfauna. Bern 1897.
9. Forel, F. A. Instructions pour l'étude des lacs. Saint-Pétersbourg 1887.
10. — Les Micro-Organismes pélagiques des lacs de la région subalpine. Bull. de la soc. vaud. d. sc. nat. 3e série, vol. 23. 1888.
11. — Le Léman. Monographie limnologique. Tomes 1 et 2. Lausanne 1895.
12. — Zool. lacustre. Arch. d. sc. phys. et nat. Bibliothèque univ. Genève 1894.
13. Francé, H. Zur Biologie des Planktons. Biol. Centralbl. Nr. 2. 1893.
14. Frič und Vávra. Die Tierwelt des Unterpočernitzer und Gatterschlager Teiches. Arch. d. natur. Landesdurchforschung von Böhmen. Bd. 9, Nr. 2. 1894.
15. Geschäftsbericht des Stadtrates der Stadt Zürich, Wasserversorgung Zürich 1896.
16. Haeckel, E. Planktonstudien. Jena 1890.
17. Heuscher. Schweizerische Alpenseen. Schweizerische pädagog. Zeitschrift. Zürich 1891.
18. — Der Sempachersee und seine Fischereiverhältnisse. Pfäffikon-Zürich 1895.
19. Imhof, O. E. Die Verteilung der pelagischen Fauna in den Süsswasserbecken. Zool. Anz. 1888.
20. — Fauna der Süsswasserbecken. Zool. Anz 1888.
21. Klinge. Über den Einfluss der mittleren Windrichtung auf das Verwachsen der Gewässer etc. Englers botanische Jahrbücher. 11. Bd. Leipzig 1889.
22. Kofoid, C. A. Bulletin of the Illinois State laboratory of natural history. Vol. V. Urbana, Illinois 1897.
23. Kirchner und Blochmann. Die mikroskopische Pflanzen- und Tierwelt des Süsswassers. 1891.
24. Krämer, Augustin. Über die Centrifugierung des Planktons. Bau der Korallenriffe. Kiel und Leipzig 1897.

25. Lampert. Das Leben der Binnengewässer. Stuttgart 1896—98.
26. Lauterborn. Über Periodizität im Auftreten und in der Fortpflanzung einiger pelagischer Organismen des Rheins und seiner Altwässer. Verhandlungen des naturhist. und med. Vereins zu Heidelberg. Bd. 3, Heft 1. 1893.
27. Lemmermann. Verzeichnis der in der Umgebung von Plön gesammelten Algen. Zur Algenflora des Plöner Seegebietes. Forschungsbericht der biol. Stat. Plön. Bd. III. Berlin 1895.
28. Magnin. Conditions biologiques de la végétation lacustre. Comptes rendus des séances de l'académie des sciences. Paris 1893.
29. Pitard. A propos du Ceratium hirundinella. Arch. d. sc. phys. et nat. Bibliothèque univ. Genève 1897.
30. — Quelques notes sur la florule pélagique de divers lacs des Alpes et du Jura. Bull. de l'Herbier Boissier. Tome V. 1897.
31. Rafter. On some recent advances in water analysis and the use of the microscope for the dedection of sewage contamination. American monthly microscop. Journal. Washington. May 1893.
32. — Biological examination of potable water. Proceedings of the Rochester Academy of Science. N. Y. 1894.
33. Reighard. A biological examination of lake St. Clair. Bull. of the Michigan Fish Commission No. 4. 1894.
34. Schröter und Kirchner. Die Vegetation des Bodensees. Lindau 1896.
35. Schröter. Die Schwebeflora unserer Seen. Neujahrsbl. der naturf. Gesellschaft. Zürich 1897.
36. Schütt, Franz. Das Pflanzenleben der Hochsee. Ergebnisse der Planktonexpedition 1892.
37. Seligo. Hydrobiologische Untersuchungen. Schriften der naturf. Gesellschaft Danzig. 1890.
38. Steck. Beiträge zur Biologie des grossen Moosseedorfsees. Inauguraldiss. der Universität Bern, Bern 1893.
39. Stingelin. Über jahreszeitliche, individuelle und locale Variationen bei Crustaceen. Forschungsbericht von Plön 1897.
40. Strodtmann. Bemerkungen über die Lebensverhältnisse des Süsswasserplanktons. Plöner Bericht 1895.
41. Ule. Beitrag zur Instrumentenkunde auf dem Gebiet der Seenforschung. Petermanns Mitteilungen 1894.
42. Walser. Veränderungen an der Erdoberfläche im Umkreis des Kantons Zürich seit der Mitte des 17. Jahrhunderts. Bern 1896.
43. Ward. A biological examination of lake Michigan. Bull. of the Mich.-Fish Commission. Lansing 1896.
44. Wasserversorgung, die, von Zürich. Bericht der erweiterten Wasserkommission an den Stadtrat. Zürich 1885.
45. Weismann. Das Tierleben im Bodensee. Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees. Lindau 1876.
46. Whipple, G. C. Some observations on the growth of Diatoms in surface waters. Technology Quarterly 1894.

47. Whipple, G. C. Some observations of the temperature of surface waters; and the effect of temperature on the growth of micro organisms (95).
Some observations on the relation of light to the growth of diatoms. Journal of the New-England Water Works Association. 1895 and 1896.
48. — The Microscopy of drinking water. New-York and London 1899.
49. Zacharias. Das Tier- und Pflanzenleben des Süsswassers. Leipzig 1891.
50. — Forschungsberichte aus der biolog. Station zu Plön. Bd. 1—4, Berlin 1893—96; Bd. 5—7, Leipzig 1897—99.
51. — Über die Frühjahrsvegetation limnetischer Bacillariaceen im gr. Plöner See. Biol. Centralbl. 1895.
52. — Monatsmittel der Planktonvolumina. Biol. Centralbl. Nr. 22. Erlangen 1896.
53. — Orientierungsblätter für Teichwirte und Fischzüchter. Nr. 1 u. 2. Plön 1896.

Während des Druckes erschien:

54. G. Burckhardt. Faunistische und system. Studien über das Zooplankton der grösseren Seen der Schweiz und ihrer Grenzgebiete. Revue suisse de Zoologie. Genève 1900.

Erklärung zu den Tafeln.

Auf allen Tafeln sind die Zeiten auf der horizontalen Grundlinie nach rechts als Abscissen aufgetragen. 1 mm = 2 Tage.

Tafel II. Bei der obersten Kurve sind die Planktonvolumina als Ordinaten aufgetragen. 1 cm = 100 mm^3.

Bei der mittleren Kurvengruppe sind die Temperaturen als Ordinaten aufgezeichnet. 1 cm = 10° C.

In der untersten Kurve sind die Sichtbarkeitsgrenzen für die weisse Scheibe als Ordinaten nach unten abgetragen. 1 cm = 1 m.

Tafel III. Die Ordinate von 1 cm bedeutet für Clathrocystis 5000 Kolonien, für Melosira 5000 Kolonien à 10 Individuen, für die Chlorophyceen 5000 Kolonien.

Tafel IV. Ordinate von 1 cm = 5000 Kolonien von Dinobryon = 5000 Individuen von Ceratium = 5000 Individuen von Peridinium.

Tafel V. Ordinate von 1 cm = 500 Individuen von Triarthra = 500 Individuen von Polyarthra = 2500 Individuen von Anuraea = 2500 Infusorien.

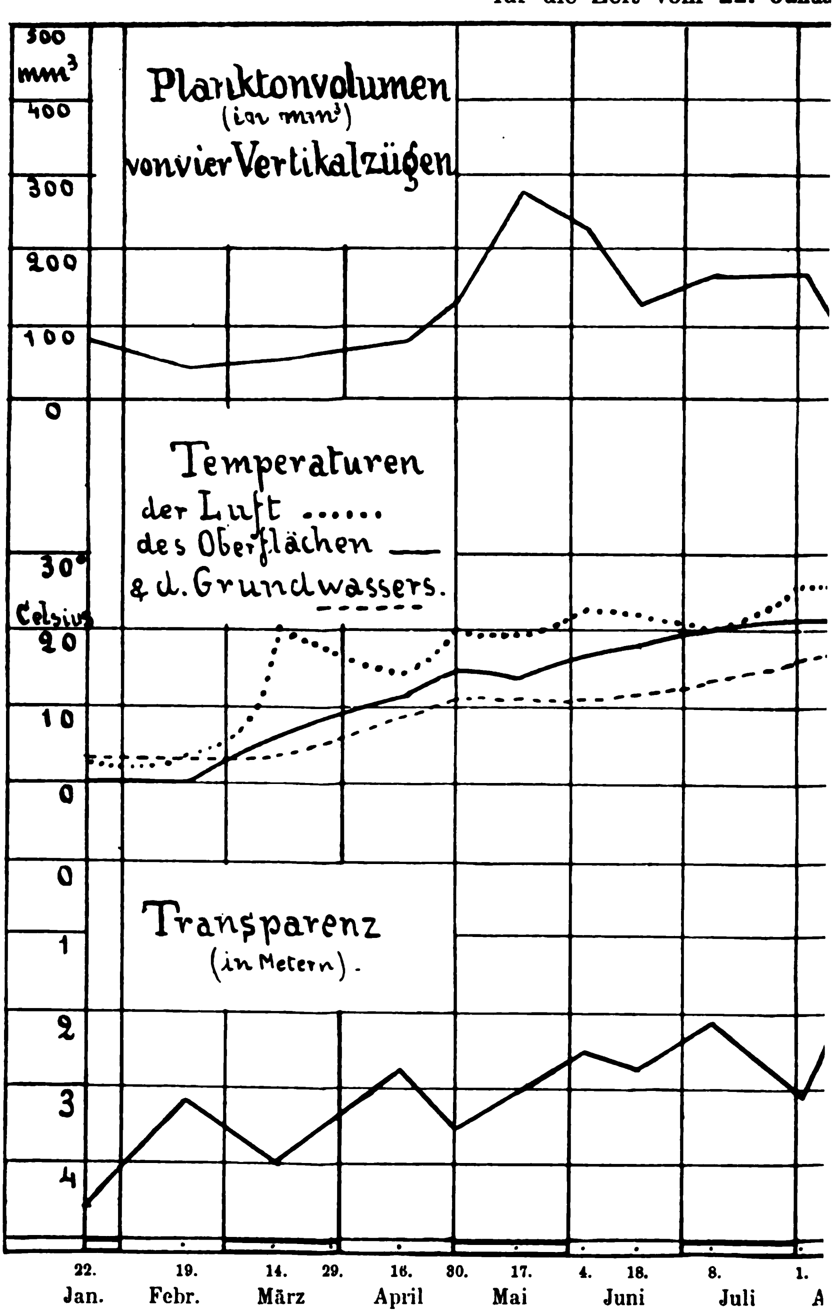
Tafel VI. Ordinate von 1 cm = 500 Cladoceren = 500 Copepoden.



Vierteljahrsschrift d. naturf. Ges. Zürich. 45. Jahrg. 1900.

Schwankungen in den Planktonvolumina, i

für die Zeit vom 22. Janua



ciierten Molekeln und die dissociierten Bestandteile im Mittel ungeändert bleiben.

Bei den bisherigen Untersuchungen über die Dissociation hat man sich nun meistens darauf beschränkt, zu berechnen, wie viele Molekeln in der Zeiteinheit zerfallen und sich wieder neu bilden, und daraus eine Abhängigkeit der Dissociationstemperatur vom Zustande des Gases herzuleiten[1]). Die vorliegende Arbeit beabsichtigt aber, die Abhängigkeit der Molekularwärme von der Dissociation festzustellen, und auf diesen Zusammenhang übt die Anzahl der in der Zeiteinheit zerfallenden und wieder neu entstehenden Molekeln keinen Einfluss aus, da die bei dem einen Vorgange nötige Wärmemenge beim anderen frei wird, so dass also kein äusserer Wärmeaustausch irgend welcher Art nötig ist. Hier kommt es vielmehr darauf an, zu wissen, wie viele dissociierte Molekeln das Gas enthält, und wie viele Molekeln bei einer angenommenen Temperaturzunahme weiter zerfallen. Dabei muss man der Auffassung folgen, die L. Natanson als Hypothese (α) bezeichnet[2]), wonach der Zusammenstoss der langsameren Bestandteile ein „associierender" ist, bei dem sich eine beständige Molekel bildet, die erst durch eine äussere Veranlassung, hier Molekularstösse, wieder zum Zerfallen gebracht wird. L. Boltzmann[3]) nennt diese Vereinigung die „zweite Art der eigentlichen chemischen Bindung".

Eine Berechnung der Anzahl der dissociierten und der dissociierenden Molekeln nach dem Maxwell'schen Verteilungsgesetze der Geschwindigkeiten ist nicht ohne weiteres möglich, denn dieses Gesetz gilt nur für ein Gas mit lauter gleichen Molekeln, oder für ein Gemenge, von dessen Bestandteilen jeder Molekeln von allen Geschwindigkeiten zwischen Null und Unendlich enthält[4]). Bei einem teilweise dissociierten Gase handelt es sich dagegen um ein Gemenge, in dessen einem Bestandteile, dem nicht dissociierten, nur kleinere Geschwindigkeiten vorkommen, während im anderen,

---

[1]) S. z. B. „Handbuch der Physik", Bd. II, 2, S. 561—570, wo auch weitere Quellen angegeben sind, nur muss es auf S. 561 in der Anmerkung bei der Veröffentlichung von Boltzmann heissen: Wied., Ann. **22**, statt 32, pag. 39.

[2]) Wied., Ann. 1889. Bd. 38, S. 292.

[3]) Vorlesungen über Gastheorie, II. Teil, S. 186.

[4]) O. E. Meyer, die kinetische Theorie der Gase. 1. Aufl., S. 276. L. Boltzmann, Vorlesungen über Gastheorie, I. Teil, S. 51.

dem dissociierten, alle Geschwindigkeiten vertreten sind. Ausserdem kommt man bei dieser Art der Zählung auf Euler'sche Integrale, die für beliebige Grenzen gar nicht geschlossen dargestellt werden können.

Ebensowenig führt der von L. Boltzmann[1]) eingeschlagene Weg der Zählung hier zum Ziele, weil in seiner Schlussformel für das Mischungsverhältnis der Bestandteile die gegenseitige Kraftwirkung der Atome, die „chemische Anziehung" auftritt, deren Gesetz noch gar nicht bekannt ist. Aehnliche Schwierigkeiten zeigen sich, wenn die Dissociation mit dem thermodynamischen Potential[2]) untersucht wird; denn es bleiben in den Formeln die beiden unbekannten Integrationskonstanten der inneren Arbeit und der Entropie stehen.

Dagegen erhält man für die gesuchten Anzahlen Ausdrücke, die ganz allgemein gelten, die für alle beliebigen Grenzen geschlossen darstellbar sind, und in denen nur bekannte oder durch Versuche unmittelbar bestimmbare Grössen auftreten, wenn man bei der Zählung nicht von den Geschwindigkeiten ausgeht, sondern von den angehäuften Arbeiten der fortschreitenden Bewegung der Molekeln und der dissociierten Bestandteile. Die Entwickelung selbst geht auf die gleiche Art durchzuführen, wie die Herleitung des Maxwell'schen Gesetzes für die Geschwindigkeitsverteilung[3]).

Eine Molekel, und zwar einerlei, ob unter „Molekel" eine nicht dissociierte ursprüngliche Molekel verstanden wird, oder ein einzelner aus einer Dissociation hervorgegangener Bestandteil, bewege sich fortschreitend mit der Geschwindigkeit c, deren Komponenten nach den Richtungen dreier unter sich senkrechter Achsen u, v, w seien. Hat dabei die Molekel das Gewicht γ, so enthält sie eine angehäufte Arbeit der fortschreitenden Bewegung von dem Betrage:

$$L = \gamma \frac{c^2}{2g} = \gamma \frac{u^2 + v^2 + w^2}{2g}. \tag{1}$$

---

[1]) In Wiedemann, Annalen, 1884, Bd. 22, S. 39—72 und in „Vorlesungen über Gastheorie", II. Teil, S. 177—201.

[2]) S. Handbuch der Physik, Bd. II, 2, S. 500 u. ff., mit weiteren Quellenangaben.

[3]) S. „Handbuch der Physik", Bd. II. 2, S. 519 u. ff., welchem Gange ich hier im wesentlichen folge.

Setzt man kurz die den Komponenten u, v, w entsprechenden angehäuften Teilarbeiten:

$$\gamma \frac{u^2}{2g} \equiv U, \qquad \gamma \frac{v^2}{2g} \equiv V, \qquad \gamma \frac{w^2}{2g} \equiv W, \tag{2}$$

so schreibt sich Gleichung (1) auch:

$$L = U + V + W. \tag{3}$$

Nun ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine Molekel eine Teilarbeit enthält, die zwischen U und $U + dU$ liegt, eine noch unbekannte Funktion von U von der allgemeinen Gestalt $f(U)\,dU$. Ebenso ist die Wahrscheinlichkeit einer Teilarbeit zwischen V und $V + dV$: $f(V)\,dV$, die einer Teilarbeit zwischen W und $W + dW$: $f(W)\,dW$. Daher wird die Wahrscheinlichkeit, dass eine Molekel gleichzeitig Teilarbeiten zwischen U und $U + dU$, zwischen V und $V + dV$ und zwischen W und $W + dW$ enthält, gleich dem Produkte dieser Wahrscheinlichkeiten:

$$f(U)\,f(V)\,f(W)\,dU\,dV\,dW.$$

Das ist aber auch die Wahrscheinlichkeit, dass die ganze angehäufte Arbeit der fortschreitenden Bewegung der Molekel zwischen L und $L + dL$ liegt. Diese letzte Wahrscheinlichkeit muss nun unabhängig sein von der Richtung des Koordinatensystems gegenüber der Molekularbewegung, die ihrerseits als im Raume gegeben angenommen werden muss. Die Wahrscheinlichkeitsfunktion muss folglich eine solche Gestalt besitzen, dass sie ihren Wert nicht ändert, wenn man auch den Teilarbeiten U, V und W andere Werte beilegt, sofern diese nur der Gleichung (3) genügen. Dazu ist aber nötig, dass ihr Differential verschwindet. Es muss also, wenn man die ersten Differentialquotienten mit f' bezeichnet, die Bedingung erfüllt werden:

$$d\,[f(U)f(V)f(W)] = f'(U)f(V)f(W)\,dU + f(U)f'(V)f(W)\,dV + f(U)f(V)f'(W)\,dW = 0.$$

Dividiert man diese Gleichung durch das Produkt $f(U)f(V)f(W)$, so folgt:

$$\frac{f'(U)}{f(U)}\,dU + \frac{f'(V)}{f(V)}\,dV + \frac{f'(W)}{f(W)}\,dW = 0. \tag{4}$$

Die Differentiation von Gleichung (3) liefert, da L ungeändert vorausgesetzt ist, als Zusammenhang zwischen den gleichzeitig zulässigen Aenderungen der drei Teilarbeiten:

$$dU + dV + dW = 0. \tag{5}$$

Diese Bedingung muss noch in Gleichung (4) eingeführt werden.

Zu diesem Zwecke sei A eine Konstante, deren Bedeutung allerdings erst später angegeben werden kann. Multipliziert man nun Gleichung (5) mit $2/A$ und addiert sie zu Gleichung (4), so erhält man:

$$\left[\frac{f'(U)}{f(U)} + \frac{2}{A}\right] dU + \left[\frac{f'(V)}{f(V)} + \frac{2}{A}\right] dV + \left[\frac{f'(W)}{f(W)} + \frac{2}{A}\right] dW = 0. \tag{6}$$

Die drei Differentiale dU, dV und dW müssen nur der Bedingung (5) genügen, sonst können sie gegenseitig ganz willkürlich gewählt werden. Daher geht Gleichung (6) nur dadurch allgemein zu erfüllen, dass die Faktoren der Differentiale einzeln verschwinden, dass also

$$\frac{f'(U)}{f(U)} + \frac{2}{A} = 0, \quad \frac{f'(V)}{f(V)} + \frac{2}{A} = 0, \quad \frac{f'(W)}{f(W)} + \frac{2}{A} = 0 \tag{7}$$

wird. Aus diesen drei Gleichungen müssen die Wahrscheinlichkeitsfunktionen $f(U)$, $f(V)$ und $f(W)$ berechnet werden. Die erste schreibt sich auch:

$$\frac{df(U)}{f(U)} + \frac{2}{A}\, dU = 0, \tag{8}$$

und ihr Integral ist: $\lg n f(U) + (2/A)\, U = \lg n\, A$, wo A die Integrationskonstante bedeutet. Daher wird die erste Wahrscheinlichkeitsfunktion

$$f(U) = A\, e^{-2\frac{U}{A}}. \tag{9}$$

Zur Bestimmung der Integrationskonstanten A dient die Ueberlegung, dass die Teilarbeit U jedenfalls zwischen 0 und $+\infty$ liegen muss; negative Werte sind der Natur der Sache nach ausgeschlossen. Integriert man daher $f(U)\,dU$ zwischen den Grenzen 0 und $+\infty$, so wird die Wahrscheinlichkeit zur Gewissheit, und es muss sein

$$\int_0^{+\infty} f(U)\, dU = A \int_0^{+\infty} e^{-2\frac{U}{A}}\, dU = \frac{A}{2} A = 1, \text{ oder}$$

$$A = \frac{2}{A}. \tag{10}$$

Genau das Gleiche ergiebt sich für die beiden anderen Wahrscheinlichkeitsfunktionen. Es wird also schliesslich:

$$f(U) = \frac{2}{A} e^{-2\frac{U}{A}}, \quad f(V) = \frac{2}{A} e^{-2\frac{V}{A}}, \quad f(W) = \frac{2}{A} e^{-2\frac{W}{A}}. \quad (11)$$

Die Wahrscheinlichkeit, dass die Teilarbeiten einer Molekel gleichzeitig die erste zwischen U und $U + dU$, die zweite zwischen V und $V + dV$, die dritte zwischen W und $W + dW$ liegen, ist daher:

$$\left(\frac{2}{A}\right)^3 e^{-2\frac{U}{A}} e^{-2\frac{V}{A}} e^{-2\frac{W}{A}} dU\, dV\, dW = -d\left(e^{-2\frac{U}{A}}\right) d\left(e^{-2\frac{V}{A}}\right) d\left(e^{-2\frac{W}{A}}\right). (12)$$

Dieser Ausdruck ist zwischen beliebigen Grenzen integrabel und liefert von Anfangswerten mit dem Zeiger $_1$ bis zu Endwerten mit dem Zeiger $_2$ integriert, gleich mit Weglassung des negativen Vorzeichens und Vertauschung der Grenzen, als Wahrscheinlichkeit:

$$\int_{U_2}^{U_1}\int_{V_2}^{V_1}\int_{W_2}^{W_1} d\left(e^{-2\frac{U}{A}}\right) d\left(e^{-2\frac{V}{A}}\right) d\left(e^{-2\frac{W}{A}}\right)$$
$$= \left(e^{-2\frac{U_1}{A}} - e^{-2\frac{U_2}{A}}\right)\left(e^{-2\frac{V_1}{A}} - e^{-2\frac{V_2}{A}}\right)\left(e^{-2\frac{W_1}{A}} - e^{-2\frac{W_2}{A}}\right). \quad (13)$$

Der erste Ausdruck für die Wahrscheinlichkeit in Gleichung (12) lässt sich mit Gleichung (3) auch schreiben:

$$\left(\frac{2}{A}\right)^3 e^{-2\frac{U+V+W}{A}} dU\, dV\, dW = \left(\frac{2}{A}\right)^3 e^{-2\frac{L}{A}} dU dV dW, \quad (14)$$

wodurch zunächst in den endlichen Bestandteil die ganze angehäufte Arbeit L eingeführt ist. Um das auch in die Differentiale thun zu können, muss man zu Kugelkoordinaten übergehen. Nimmt man dabei den Radius vektor gleich L, bezeichnet den Winkel zwischen ihm und der Richtung der U mit φ, den Winkel zwischen seiner Projektion auf die V-W-Ebene und der Richtung der V mit ψ, so ist in Gleichung (14) das Raumelement $dU dV dW$ zu ersetzen durch

$$L^2 d\varphi \sin\varphi\, d\psi\, dL.$$

Beide Raumelemente sind nicht gleich, so dass zwischen anderen Grenzen integriert werden muss. Sie liegen aber auch anders im Raume, und es lässt sich daher erwarten, dass die Integrations-

konstante ebenfalls einen anderen Wert annehmen wird, der mit C bezeichnet werden möge. Führt man dann noch die kürzere Bezeichnung:

$$\frac{L}{\Lambda} \equiv x \tag{15}$$

ein, so erhält man als neuen Ausdruck für die Wahrscheinlichkeit:

$$C \Lambda^3 x^2 e^{-2x} d\varphi \sin\varphi\, d\psi\, dx. \tag{16}$$

Die Konstante C bestimmt sich hier wieder durch Integration des Ausdruckes zwischen den weitesten möglichen Grenzen. Diese sind aber, da die Teilarbeiten U, V und W positiv bleiben müssen, für φ und ψ: 0 und $\pi/2$, für L und daher auch x: 0 und $+\infty$. Dann wird die Wahrscheinlichkeit wieder zur Gewissheit, und das ergiebt zur Berechnung von C die Gleichung:

$$C\Lambda^3 \int_0^{\frac{\pi}{2}} d\psi \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin\varphi\, d\varphi \int_0^{+\infty} x^2 e^{-2x} dx$$

$$= C\Lambda^3 \frac{\pi}{2} 1 \cdot \int_0^{+\infty} \frac{1}{4} d\left[(1 + 2x + 2x^2) e^{-2x}\right] = C\Lambda^3 \frac{\pi}{8} = 1\,. \tag{17}$$

Aus ihr folgt die gesuchte Konstante C zu:

$$C = \frac{8}{\pi \Lambda^3}\,. \tag{18}$$

Integriert man den Ausdruck (16) nur nach φ und ψ, aber das zwischen den äussersten möglichen Grenzen dieser Veränderlichen, so erhält man die Wahrscheinlichkeit aller Werte von x zwischen x und $x + dx$, oder aller angehäuften Arbeiten der fortschreitenden Bewegung der Molekeln zwischen L und $L + dL$, ganz unabhängig von der Bewegungsrichtung. Multipliziert man diese Wahrscheinlichkeit dann noch mit der Anzahl N der im ganzen vorhandenen Molekeln, so bekommt man die Anzahl dN aller der Molekeln, deren Arbeit zwischen L und $L + dL$ liegt.

Führt man in den Ausdruck noch die Konstante C nach Gleichung (18) ein, so erhält man als diese Anzahl:

$$dN = 4\,N x^2 e^{-2x} dx = -N d\left[(1 + 2x + 2x^2) e^{-2x}\right]. \tag{19}$$

Der Wert von dN, oder auch die Wahrscheinlichkeit einer bestimmten angehäuften Arbeit zwischen L und $L + dL$, nimmt Grenzwerte an für:

$$\frac{d}{dx}(x^2 e^{-2x}) = 2x(1 - x)e^{-2x} = 0. \tag{20}$$

Dieser Gleichung genügen drei Werte von x: $x_1 = 0$, $x_2 = 1$ und $x_3 = +\infty$, denen die Arbeiten $L_1 = 0$, $L_2 = A$ und $L_3 = +\infty$ entsprechen. Die Wahrscheinlichkeit dieser Arbeiten bleibt für x_1 und x_3 unendlich klein, während sie für x_2 ein Maximum wird. Und daraus folgt, dass die eingeführte Konstante A die wahrscheinlichste angehäufte Arbeit bedeutet.

Jede der dN Molekeln der Gleichung (19) enthält die Arbeit L, alle zusammen enthalten daher $L\,dN$, oder, wenn man nach Gleichung (15) L durch Ax ersetzt, die Gesamtarbeit:

$$\begin{aligned} L\,dN &= 4\,N A\,x^3 e^{-2x}\,dx \\ &= -\frac{1}{2} N A\,d\left[(3 + 6x + 6x^2 + 4x^3)e^{-2x}\right]. \end{aligned} \tag{21}$$

Integriert man diesen Ausdruck über das ganze Gebiet von $x = 0$ bis $x = +\infty$ und dividiert ihn durch die ganze Anzahl N der Molekeln, so erhält man die mittlere angehäufte Arbeit der fortschreitenden Bewegung sämtlicher Molekeln zu:

$$L_m = \frac{3}{2} A. \tag{22}$$

Das ist das gleiche Verhältnis zwischen der mittleren und der wahrscheinlichsten Arbeit, das sich auch ergiebt, wenn von der Verteilung der Geschwindigkeiten ausgegangen wird.

Bezeichnet $(w^2)_m$ das Mittel aus den Quadraten der Geschwindigkeiten der fortschreitenden Bewegung der Molekeln, so ist die mittlere Arbeit L_m auch

$$L_m = \gamma \frac{(w^2)_m}{2g}. \tag{23}$$

Nun zeigt die kinetische Gastheorie, dass sich die mittlere Körpertemperatur T_m des Gases, wie sie ein Thermometer anzeigt, auch durch $(w^2)_m$ und die Konstante R der Zustandsgleichung ausdrücken lässt, und zwar ist:

$$T_m = \frac{2}{3R} \frac{(w^2)_m}{2g}. \tag{24}$$

Führt man hier noch Gleichung (23) und (22) ein, so wird:

$$T_m = \frac{2}{3R\gamma} L_m = \frac{A}{R\gamma}. \tag{25}$$

Gleiche Beziehungen, wie zwischen $(w^2)_m$, L_m und T_m lassen sich auch für jede einzelne Molekel aufstellen zwischen ihrer Geschwindigkeit w, ihrer Arbeit L und einer Grösse T, die man als ihre „Molekulartemperatur" bezeichnen kann. Es ist dann, entsprechend den Gleichungen (23) bis (25),

$$L = \gamma \frac{w^2}{2g}, \quad T = \frac{2}{3R} \frac{w^2}{2g} = \frac{2}{3R\gamma} L. \tag{26}$$

Die T sind also den L proportional, und daher geht die in Gleichung (15) eingeführte Grösse x unter Berücksichtigung von Gleichung (22) auch zu schreiben:

$$x = \frac{3}{2} \frac{L}{L_m} = \frac{3}{2} \frac{T}{T_m}. \tag{27}$$

In Gleichung (23) und in der ersten der Gleichungen (26) scheint die Bedingung enthalten zu sein, dass alle Molekeln der betrachteten Gasmasse das gleiche Gewicht γ besitzen müssen. Das ist aber doch nicht der Fall. Besteht das Gas aus mehreren Bestandteilen mit verschieden schweren Molekeln, so können doch in jedem Bestandteile Molekeln vorkommen, die eine bestimmte Arbeit L enthalten, nur bewegen sich dann die leichteren mit einer entsprechend grösseren Geschwindigkeit, und umgekehrt. Dabei ist es auch ganz gleichgültig, ob in allen Bestandteilen des Gasgemenges alle Geschwindigkeiten zwischen 0 und ∞ vertreten, oder ob bei einigen gewisse Geschwindigkeiten ausgeschlossen sind. Sofern man nur je zusammengehörige Werte für γ und w einsetzt, gelten diese Gleichungen ganz allgemein. γ kommt auch noch in den Gleichungen (25) und der zweiten von (26) vor, aber beide Male mit R multipliziert. Und da das Produkt $R\gamma$ bekanntlich für alle Gase den gleichen Wert besitzt, so gelten diese Gleichungen ebenfalls ganz allgemein.

Die vorstehend entwickelten Gleichungen gehen daher auch in der Richtung auszunutzen, dass nach ihnen eine Zählung der nicht dissociierten Molekeln und der dissociierten Teilmolekeln oder

Atome einer teilweise dissociierten Gasmasse vorgenommen werden kann. Diese Rechnung soll aber, um einfachere Formeln zu erhalten, ausdrücklich nur für zweiatomige Gase durchgeführt werden, deren Molekeln bei der Dissociation in zwei gegenseitig gleich schwere Atome zerfallen.

Das Zerfallen der ursprünglichen Molekeln tritt nun, nach den vorstehenden Ueberlegungen, bei einer bestimmten Molekulartemperatur ein, die mit Θ bezeichnet werden möge, und die man die molekulare Dissociationstemperatur nennen kann. Dann müssen alle nicht dissociierten Molekeln Temperaturen $T < \Theta$ besitzen, alle Bestandteile mit $T > \Theta$ sind Atome, dagegen können auch Atome mit einer Temperatur $T < \Theta$ vorkommen.

Bezeichnet man ferner den Θ entsprechenden Wert von x mit ϑ, so ist dieser nach Gleichung (27):

$$\vartheta = \frac{3}{2}\frac{\Theta}{T_m}, \tag{28}$$

und mit seiner Hilfe findet man die Anzahl N_1 der nicht dissociierten Molekeln und der Atome von $T < \Theta$ durch Integration der Gleichung (19) zwischen den Grenzen $x = 0$ und $x = \vartheta$ zu:

$$N_1 = N[1 - (1 + 2\vartheta + 2\vartheta^2)e^{-2\vartheta}], \tag{29}$$

während die Anzahl N_2 der Atome von $T > \Theta$ durch Integration derselben Gleichung zwischen $x = \vartheta$ und $x = +\infty$ wird:

$$N_2 = N(1 + 2\vartheta + 2\vartheta^2)e^{-2\vartheta}. \tag{30}$$

Die Zahlen N_1 und N_2, sowie ihre Summe N ändern sich mit fortschreitender Dissociation ununterbrochen. Ebenso wird von vorneherein zu erwarten sein, dass sich dabei in der Anzahl N_1 das Verhältnis der nicht dissociierten Molekeln zu den Atomen von $T < \Theta$ ebenfalls stetig mit ändert. Diese Aenderungen müssen bestimmt werden.

Dazu setze ich zunächst voraus, es sei möglich, das betrachtete Gas auf eine beliebige mittlere Temperatur T_m zu bringen, ohne dass dabei irgend welche Dissociation eintritt. Dann enthält es also nur Molekeln, deren Anzahl N_0 sein möge. Wie viele davon Molekulartemperaturen unter der molekularen Dissociationstemperatur besitzen, N'_1, und wie viele darüber, N'_2, ergiebt sich aus den Gleichungen (29) und (30), wenn dort N durch N_0 ersetzt wird, zu:

$$N'_1 = N_0 [1 - (1 + 2\vartheta + 2\vartheta^2) e^{-2\vartheta}], \qquad (31)$$

$$N'_2 = N_0 (1 + 2\vartheta + 2\vartheta^2) e^{-2\vartheta}. \qquad (32)$$

Wird jetzt das vorausgesetzte Hindernis der Dissociation beseitigt gedacht, so zerfallen die N'_2 Molekeln über Θ und ergeben $2 N'_2$ Atome, so dass N'_2 neue Bestandteile dazukommen und das Gas dann im ganzen

$$N = N_0 + N'_2 = N_0 [1 + (1 + 2\vartheta + 2\vartheta^2) e^{-2\vartheta}] \qquad (33)$$

Teilchen enthält. Alle diese Teilchen vermischen sich nun miteinander und geben schliesslich ein Gemenge, auf welches das Gesetz der Arbeitsverteilung wieder angewendet werden kann. Setzt man ausserdem voraus, es sei in geeigneter Weise dafür gesorgt worden, dass das Gemenge genau wieder die vorige mittlere Körpertemperatur annimmt, so enthält es nach Gleichung (30) und (33)

$$N_2 = (N_0 + N'_2)(1 + 2\vartheta + 2\vartheta^2) e^{-2\vartheta} \qquad (34)$$

Atome von $T > \Theta$, und zwar nur Atome, da Molekeln von so hohen Temperaturen nicht bestehen können. Die Anzahl der Atome von $T < \Theta$ in der Gruppe der N_1 ist daher mit Gleichung (32) und (34), da im ganzen $2 N'_2$ Atome vorhanden sind:

$$N_{1,a} = 2 N'_2 - N_2 = (N_0 - N'_2)(1 + 2\vartheta + 2\vartheta^2) e^{-2\vartheta}. \qquad (35)$$

Ferner ergiebt sich die Anzahl der Molekeln, auf zwei Arten gezählt, zu:

$$N_{1,m} = N_1 - N_{1,a} = N_0 - N'_2, \qquad (36)$$

und dass diese beiden Ausdrücke in der That übereinstimmen, geht leicht durch ein Einsetzen der N aus den Gleichungen (29), (35) und (32) nachzuweisen.

Mit diesen Werten lässt sich endlich das Verhältnis $N_{1,m}/N_1 \equiv \mu$ der Molekeln in der Gruppe von $T < \Theta$ berechnen; es findet sich nach einfacher Umformung zu:

$$\mu = \frac{1}{1 + (1 + 2\vartheta + 2\vartheta^2) e^{-2\vartheta}}. \qquad (37)$$

Sein Zahlenwert liegt zwischen den äussersten Grenzen für $T_m = 0$, $\vartheta = \infty$ mit $\mu = 1$, ohne jede Dissociation und für $T_m = \infty$, $\vartheta = 0$ mit $\mu = 0/0 = 1/2$ für vollständige Dissociation aller Molekeln.

Ob dieses Verhältnis μ auf dem ganzen Temperaturgebiete $T < \Theta$ für alle Molekulartemperaturen den gleichen Wert beibehält, lässt sich aus den Formeln nicht nachweisen. Es erscheint aber doch wahrscheinlich, dass es sich im Mittel so einstellen wird, und es soll daher weiterhin mit dieser Annahme gerechnet werden. Jede andere Annahme wäre auch ganz willkürlich.

Für die folgenden Untersuchungen ist noch die Gesamtarbeit nötig, welche jede der Gruppen N_1 und N_2 in Form von fortschreitender Bewegung der Molekeln und Atome angehäuft enthält. Um sie zu finden, muss man Gleichung (21) das eine Mal von $x = 0$ bis $x = \vartheta$, das andere Mal von $x = \vartheta$ bis $x = +\infty$ integrieren. Setzt man gleichzeitig A aus Gleichung (25) und N aus Gleichung (33) ein, und bezeichnet man die mittleren Arbeiten beider Gruppen mit L_1 und L_2, so erhält man für die Gesamtarbeiten:

$$L_1 N_1 = \frac{1}{2} R \gamma T_m N_0 [1 + (1 + 2\vartheta + 2\vartheta^2) e^{-2\vartheta}] \times [3 - (3 + 6\vartheta + 6\vartheta^2 + 4\vartheta^3) e^{-2\vartheta}], \qquad (38)$$

$$L_2 N_2 = \frac{1}{2} R \gamma T_m N_0 [1 + (1 + 2\vartheta + 2\vartheta^2) e^{-2\vartheta}] \times (3 + 6\vartheta + 6\vartheta^2 + 4\vartheta^3) e^{-2\vartheta}. \qquad (39)$$

Soll nun eine solche teilweise dissociierte Gasmasse unter Fortsetzung der Dissociation bei konstantem Volumen unendlich wenig erwärmt werden, und will man die dazu mitzuteilende Wärmemenge bestimmen, so muss man diese in vier Teile zerlegen; drei Teile dienen zur Erwärmung: 1, der noch nicht dissociierten Molekeln, 2, der schon dissociierten Atome unter Θ, 3, der dissociierten Atome über Θ; der vierte wird nötig bei der gleichzeitigen Dissociation einer unendlich kleinen Anzahl von Molekeln.

Bei der Erwärmung wächst die mittlere Körpertemperatur um dT_m, und damit nimmt nach Gleichung (25) auch die wahrscheinlichste Molekulararbeit A um unendlich wenig zu. Das Nämliche gilt in Folge der gleichzeitigen Dissociation von der Anzahl N der Bestandteile. Beide Grössen sind aber in Gleichung (21) nur Faktoren. Daher muss bei dieser Erwärmung die Verteilung der Arbeit über die einzelnen Molekeln und Atome ungeändert bleiben. Und das ist nur möglich, wenn die Zunahme der Arbeit an jeder Molekel oder jedem Atome proportional mit ihrem ur-

sprünglichen Werte erfolgt. Der Quotient dL/L muss daher für alle Teilchen einerlei Wert annehmen, also auch gleich z. B. dL_m/L_m sein. Berücksichtigt man noch die Gleichungen (25) und (26), so lässt sich die verhältnismässige Zunahme jeder Molekulararbeit auch durch die Temperaturen ausdrücken; sie wird:

$$\frac{dL}{L} = \frac{dL_m}{L_m} = \frac{dT}{T} = \frac{dT_m}{T_m}. \tag{40}$$

Die Aenderung der angehäuften Arbeit eines Bestandteiles ist hiernach:

$$dL = L\frac{dL}{L} = L\frac{dT_m}{T_m}. \tag{41}$$

Summiert man diese Aenderung über eine grössere Anzahl von Teilchen, so tritt dT_m/T_m als gemeinschaftlicher konstanter Faktor vor das Summationszeichen, und unter ihm bleibt nur stehen $\Sigma(L)$. Daher folgt aber die ganze Aenderung der angehäuften Arbeiten allgemein zu:

$$d(LN) = LN\frac{dT_m}{T_m}. \tag{42}$$

Für die Gruppe N_1 erhalten L und N den Zeiger $_1$, für die Gruppe N_2 den Zeiger $_2$. Man findet daher die Aenderung der Arbeiten beider Gruppen einfach dadurch, dass man in den Gleichungen (38) und (39) T_m durch dT_m ersetzt. Die gleichzeitig dissociierende Anzahl von Molekeln bleibt gegenüber N_1 und N_2 unendlich klein und beeinflusst diese Arbeiten nicht.

In allen bisher entwickelten Formeln trat nur die angehäufte Arbeit der fortschreitenden Bewegung der Molekeln und Atome auf. Diese ist aber nur ein Teil der gesamten angehäuften Molekulararbeit, und zwar, wie die kinetische Gastheorie entwickelt, deren $^3/_2\,(n-1)$-faches, wenn n den Quotienten der spezifischen Wärmen bei konstantem Drucke und bei konstantem Volumen bezeichnet. Allerdings ist dieses Verhältnis nur im Mittel für eine homogene Gasmasse nachgewiesen, um aber überhaupt weiterrechnen zu können, muss man die Annahme zulassen, dass es auch für jede einzelne Molekel und jedes einzelne Atom gilt[1]). Dann wird die Aenderung der gesamten angehäuften Arbeit allgemein

[1]) Die gleiche Annahme macht auch Jaeger in den Wiener Berichten, Bd. CIV, Abtlg. II, a, 1895, S. 671, als 5. seiner Voraussetzungen. Die übrigen dortigen Voraussetzungen 1 bis 4 sind der vorliegenden Untersuchung ebenfalls zu Grunde gelegt worden.

$$\frac{2}{3(n-1)}\, d(LN) = \frac{2}{3(n-1)}\, LN \frac{dT_m}{T_m},$$

und zu ihrer Erzeugung muss eine Wärmemenge dQ zugeführt werden:

$$dQ = \frac{2A}{3(n-1)}\, LN \frac{dT_m}{T_m}. \tag{43}$$

Setzt man hier LN aus Gleichung (38) oder (39) ein, so erhält man einen Faktor

$$\frac{AR}{n-1} \equiv c, \tag{44}$$

der die spezifische Wärme bei konstantem Volumen, nach Clausius die wahre spezifische Wärme bedeutet, die bekanntlich als unveränderlich angesehen werden muss.

Versuche über n und c liegen bis jetzt nur für niedrigere Temperaturen vor, bei denen das Gemenge fast nur nicht dissociierte Molekeln enthält. Für die Atome sind diese Grössen noch unbekannt. Man wird aber von vorneherein erwarten müssen, dass sie für die Atome andere Werte besitzen als für die Molekeln, und sie sollen daher auch in den weiteren Formeln als verschieden eingeführt werden: für die Molekeln mit n_0, c_0, für die Atome mit n, c. Zwischen diesen vier Grössen besteht aber ein bestimmter Zusammenhang. Multipliziert man nämlich Gleichung (44) einmal für R_0 und n_0 mit dem Gewichte γ_0 der Molekeln, das andere Mal für R und n mit dem Gewichte $\gamma = \frac{1}{2}\gamma_0$ der Atome, so erhält man zunächst die beiden Gleichungen

$$\frac{AR_0\gamma_0}{n_0-1} = c_0\,\gamma_0 \text{ und } \frac{AR\gamma}{n-1} = c\frac{\gamma_0}{2}, \tag{45}$$

und da $R_0\gamma_0 = R\gamma$ ist, so folgt aus ihnen der gesuchte Zusammenhang zu:

$$2\,c_0\,(n_0-1) = c\,(n-1). \tag{46}$$

Da sich die Formeln mit den spezifischen Wärmen etwas einfacher schreiben, sollen diese darin beibehalten werden.

Zu erwärmen sind nun zunächst die μN_1 Molekeln der Gruppe N_1. Um die dazu erforderliche Wärmemitteilung zu finden, muss man in Gleichung (43) für n: n_0 und für LN: $\mu L_1 N_1$ nach (37) und

(38) einsetzen. Dabei hebt sich μ gegen die erste eckige Klammer in (38) weg, und unter Berücksichtigung von (44) folgt:

$$dQ_1 = \frac{1}{3} c_0 N_0 \gamma_0 [3 - (3 + 6\vartheta + 6\vartheta^2 + 4\vartheta^3) e^{-2\vartheta}] dT_m. \quad (47)$$

Für die $(1 - \mu) N_1$ Atome der gleichen Gruppe N_1 muss man in (43) für $LN : (1 - \mu) L_1 N_1$ und darin μ und $L_1 N_1$ wieder aus (37) und (38) einführen. Multipliziert man dann mit der ersten eckigen Klammer der Gleichung (38) in die Klammer $(1 - \mu)$, so vereinfacht sich der Ausdruck in:

$$dQ_2 = \frac{1}{6} c N_0 \gamma_0 (1 + 2\vartheta + 2\vartheta^2) e^{-2\vartheta} \times [3 - (3 + 6\vartheta + 6\vartheta^2 + 4\vartheta^3) e^{-2\vartheta}] dT_m. \quad (48)$$

Endlich sind noch die N_2 heissen Atome der zweiten Gruppe zu erwärmen. Die dazu nötige Wärmemenge findet sich einfach durch Einsetzen von $L_2 N_2$ aus Gleichung (39) für LN in Gleichung (43) zu:

$$dQ_3 = \frac{1}{6} c N_0 \gamma_0 [1 + (1 + 2\vartheta + 2\vartheta^2) e^{-2\vartheta}] \times (3 + 6\vartheta + 6\vartheta^2 + 4\vartheta^3) e^{-2\vartheta} dT_m. \quad (49)$$

Ausser diesen drei Wärmemengen muss aber noch eine vierte den jeweilen dissociierenden Molekeln zugeführt werden. Allerdings nicht, um das eigentliche Zerfallen hervorzubringen, denn diese Molekeln befinden sich gerade an der Grenze, an der die angehäufte Arbeit der gegenseitigen Bewegung der Atome allein schon dazu ausreicht, ihre gegenseitigen Anziehungskräfte zu überwinden. Dagegen bleibt den beiden entstandenen Atomen zusammengenommen nur die angehäufte Arbeit der fortschreitenden und der drehenden Bewegung der ursprünglichen Molekel. Welchen gegenseitigen Wert diese beiden Arbeiten besitzen, lässt sich nicht berechnen. Da aber bei den am häufigsten vorkommenden zweiatomigen Gasen die angehäufte Arbeit der fortschreitenden Bewegung allein mehr als die Hälfte der ganzen Arbeit ausmacht, da man ferner, gestützt auf den hohen Betrag der Verdampfungswärme beim Uebergange einer tropfbaren Flüssigkeit in ihren Dampf, wird annehmen dürfen, dass auch die angehäufte Arbeit der gegenseitigen Bewegung der Atome in den Molekeln verhältnismässig gross werden muss, damit die Molekeln zerfallen können. so liegt die Vermutung nahe, dass

die angehäufte Arbeit der Drehbewegung der Molekeln gegenüber den anderen Arbeiten sehr klein bleibt, so dass sie, namentlich bei der vorliegenden Untersuchung, keine einflussreiche Rolle spielen kann.

Diese Annahme wird noch durch eine andere Ueberlegung wahrscheinlich gemacht. Für die einatomigen Gase Helium und Argon und die einatomigen Dämpfe von Cadmium, Quecksilber und Zink hat sich $n = 1{,}66$, nach Anderen sogar $n = 1{,}666$ ergeben, wofür $^3/_2\,(n-1) = 0{,}99$ oder $0{,}999$ wird. Bei diesen Körpern beträgt also die angehäufte Arbeit der fortschreitenden Bewegung der Molekeln 99 % bis 999 ‰ der ganzen Arbeit; für die Drehbewegung bleibt daher nur 1 % bis 1 ‰ übrig. Das lässt sich dadurch erklären, dass man annimmt, diese Atome besitzen eine nahezu kugelförmige Gestalt, bei der die gegenseitigen Stösse stets nahezu zentrisch gerichtet sein müssen, so dass sie keine starke Drehbewegung erzeugen können. Infolge einer solchen Gestalt der Atome giebt es für sie auch keine gegenseitige Lage, in der sich ihre Schwerpunkte wesentlich näher rücken und in der sie zu zweien oder mehreren zu einer Molekel vereinigt bleiben könnten. Daher sind diese Körper auch bei niedrigeren Temperaturen einatomig.

Was hier über die Atome der einatomigen Gase und Dämpfe entwickelt wurde, wird wesentlich auch auf die Molekeln der zweiatomigen Gase angewendet werden dürfen, und es erscheint daher gerechtfertigt, die angehäufte Arbeit der Drehbewegung der zweiatomigen Molekeln angenähert ganz zu vernachlässigen.

Bei den durch ihr Zerfallen entstandenen Atomen ist das aber nicht mehr zulässig. Solche Atome müssen jedenfalls eine Abflachung besitzen, an der ihre Oberfläche näher an ihren Schwerpunkt heranrückt und an der sie dann auch noch bei höheren Temperaturen aneinander haften bleiben können. Infolge dieser unregelmässigeren Gestalt fallen die gegenseitigen Stösse exzentrischer aus, und daher müssen solche Atome eine verhältnismässig stärkere Drehbewegung annehmen. Die hier entwickelten Anschauungen weichen zwar von denen ab, die L. Boltzmann ausgesprochen hat[1]), sie erscheinen aber doch nach den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung als zulässig und sollen daher den weiteren Rechnungen zu Grunde gelegt werden.

---

[1]) Vorlesungen über Gastheorie, II. Teil, S. 177—180.

Hiernach wird also vorausgesetzt, dass bei der Dissociation die angehäufte Arbeit der fortschreitenden Bewegung der beiden entstandenen Atome zusammengenommen angenähert gleich sei der angehäuften Arbeit der fortschreitenden Bewegung der ursprünglichen Molekel. Diese Arbeit soll, als an der Dissociationsgrenze liegend, mit L_Θ bezeichnet werden. Bei der Bestimmung der mittleren Arbeit nach der Dissociation liefern nun die beiden entstandenen Atome im Zähler beide zusammen auch nur die Arbeit L_Θ, wie vorher die eine Molekel. Im Nenner kommt dagegen für jede zerfallene Molekel noch die Einheit dazu. Würde man das Gas ganz sich selber überlassen, so würden also bei der Dissociation L_m und daher auch T_m abnehmen. Nun muss aber mit Rücksicht auf die übrige Entwickelung verlangt werden, dass die mittlere Körpertemperatur T_m bei der Dissociation ungeändert bleibt, und das erfordert die Mitteilung einer gewissen Wärmemenge.

Zu ihrer Berechnung muss zunächst bestimmt werden, um welchen Betrag, $\equiv L'$, die angehäufte Arbeit der fortschreitenden Bewegung jedes entstandenen Atompaares vergrössert werden muss. Wird die Anzahl der Molekeln und Atome zwischen Θ und $\Theta + d\Theta$ mit dN_Θ bezeichnet, so dissociieren von ihnen μdN_Θ Molekeln. Dann gelten für die mittlere Arbeit vor und nach der Dissociation die beiden Gleichungen:

$$(N + \mu dN_\Theta)\, L_m = L_1 N_1 + L_2 N_2 + L_\Theta \mu dN_\Theta \text{ und}$$

$$(N + 2\,\mu\, dN_\Theta)\, L_m = L_1 N_1 + L_2 N_2 + (L_\Theta + L')\, \mu\, dN_\Theta\,,$$

und aus ihnen folgt, da L_m in beiden Ausdrücken gleich vorausgesetzt ist:

$$L' = L_m\,.$$

Um die mittlere Körpertemperatur der ganzen Gasmasse während der Dissociation unverändert zu erhalten, muss also die angehäufte Arbeit der fortschreitenden Bewegung jedes entstandenen Atompaares um die mittlere Arbeit aller Molekeln und Atome vergrössert werden. Da aber bei den Atomen eine stärkere Drehbewegung zu erwarten ist, als bei den Molekeln, so wird die dazu nötige Wärmemenge grösser als AL_m, und zwar ist sie für jede zerfallende Molekel, ähnlich wie früher:

$$q = \frac{2}{3(n-1)} A L_m . \tag{50}$$

Das wäre die eigentliche Dissociationswärme, die hiernach proportional mit L_m, also auch mit der Körpertemperatur T_m wachsen müsste.

Die vorstehende Entwickelung gestattet, beiläufig bemerkt, einen Schluss auf den wahrscheinlichen Verlauf der Wärmetönung. Allerdings kommt es dabei darauf an, was man unter Wärmetönung versteht.

Für die Atome in einer Molekel giebt es einen bestimmten gegenseitigen Abstand, bei dem sich ihre gegenseitigen anziehenden und abstossenden Kraftwirkungen gerade das Gleichgewicht halten, so dass die Atome diesen Abstand ungeändert beibehalten könnten. Zerfällt eine solche Molekel in ihre Atome, oder in Teilmolekeln, so müssen die gegenseitigen Anziehungskräfte bis zum Austritt aus ihrem Wirkungsbereich überwunden werden. Die dazu nötige Arbeit entstammt der Relativbewegung der Atome in der Molekel, und man muss annehmen, dass die Atome nachher in gegenseitige Ruhe kommen. Umgekehrt verrichten bei der Neubildung einer Molekel die Anziehungskräfte eine gleichartige Arbeit, indem sie Atome oder Teilmolekeln in ihr Wirkungsgebiet hineinziehen und dort in stärkerer gegenseitiger Bewegung festhalten. Als reine Wärmetönung könnte man nun auffassen den Wärmewert des Ueberschusses der Arbeit bei der Neubildung der Molekeln über die Arbeit beim Zerfallen der ursprünglichen. Diese Wärmetönung müsste jedenfalls von der Temperatur unabhängig sein, sie könnte höchstens von der Dichte beeinflusst werden, insofern als bei zunehmender Dichte die einzelnen Wirkungsgebiete immer mehr ineinander übergreifen würden.

Man kann aber unter der Wärmetönung auch die Wärmemenge verstehen, die in einem Kalorimeter entzogen werden müsste, wenn sich der ganze chemische Vorgang bei konstantem Volumen abspielen und der Körper schliesslich wieder auf seine anfängliche Temperatur gebracht werden würde. Und das dürfte der gebräuchlichen Auffassung entsprechen. Wenn nun zunächst die ganze Anzahl der Molekeln durch den chemischen Vorgang nicht geändert werden und auch der Wert von n seinen anfänglichen Betrag beibehalten würde, so hätte man es nur mit dem Einflusse

der Anziehungskräfte zu thun; diese Wärmetönung wäre dann der vorigen gleich und müsste daher ebenfalls von der Temperatur unabhängig erwartet werden. Wenn sich dagegen die Anzahl der Molekeln durch den chemischen Vorgang ändert, oder wenn n einen anderen Wert annimmt, oder wenn beides gleichzeitig eintritt, so genügt die Entziehung des Wärmewertes des Arbeitsüberschusses nicht mehr, um die Temperatur wieder auf ihre ursprüngliche Höhe zu bringen, es ist vielmehr dazu, wie bei der Dissociation, ein gewisser weiterer Wärmeaustausch nötig, der aber je nachdem eine Mitteilung oder eine Entziehung sein kann. Dann muss sich die Wärmetönung mit der Temperatur ändern, und zwar je nachdem entweder abnehmen oder wachsen. Immerhin wird aber zu erwarten sein, dass die Arbeitsleistung der verhältnismässig grossen gegenseitigen Kraftwirkungen der Atome bei der chemischen Umsetzung weitaus im Vordergrunde steht, und dass daher der Einfluss der Temperatur auf die Wärmetönung klein bleibt. Das bestätigt die Erfahrung auch.[1])

In Gleichung (50) ist vorhin die Wärmemenge q berechnet worden, die bei der Dissociation einer Molekel mitgeteilt werden muss, während die Anzahl der zerfallenden Molekeln $\mu\, dN_\Theta$ war. Der Wert von dN_Θ findet sich dabei aus Gleichung (19), wenn darin x durch ϑ ersetzt wird; nur muss noch eine Aenderung des Vorzeichens vorgenommen werden. Bei der Entwickelung dieser Gleichung wurde nämlich die mittlere Körpertemperatur T_m konstant angenommen, und die Molekulartemperatur T änderte sich von einem Teilchen zum anderen; daher hatte dx das gleiche Vorzeichen, wie dT. Hier dagegen ist die molekulare Dissociationstemperatur Θ konstant, während die mittlere Körpertemperatur T_m bei der Erwärmung zunimmt. Und da sich ϑ im entgegengesetzten Sinne ändert, wie T_m, muss dx durch $-d\vartheta$ ersetzt werden. Drückt man noch dieses $-d\vartheta$ nach Gleichung (28) durch dT_m aus, so folgt aus Gleichung (19):

$$dN_\Theta = 4\, N \vartheta^3 e^{-2\vartheta} \frac{dT_m}{T_m}\,. \tag{51}$$

Diese dN_Θ Teilchen enthalten nun nur $\mu\, dN_\Theta$ dissociierende Molekeln. Multipliziert man daher Gleichung (51) mit μ, so tritt

[1]) S. z. B. L. Boltzmann in Wiedemann, Annalen, 1884, Bd. 22, S. 65.

rechts das Produkt μN auf, das aber nach den Gleichungen (37) und (33) gleich N_0 ist, also gleich der ursprünglichen Anzahl der Molekeln. Daher wird die Anzahl der dissociierenden Molekeln:

$$\mu dN_\Theta = 4 N_0 \, \vartheta^3 e^{-2\vartheta} \frac{dT_m}{T_m}. \qquad (52)$$

Das ist auch, wie es sein muss, die Anzahl der Molekeln zwischen Θ und $\Theta + d\Theta$ in der noch gar nicht dissociierten Gasmasse.

Die bei der Dissociation mitzuteilende Wärmemenge ist nun

$$\frac{2}{3(n-1)} A L_m \mu \, dN_\Theta.$$

Führt man hier L_m nach Gleichung (25) ein und ersetzt dabei wegen der späteren Umformungen noch $R\gamma$ durch $R_0\gamma_0$, so folgt:

$$dQ_4 = 4 \frac{AR_0}{n-1} N_0 \gamma_0 \vartheta^3 e^{-2\vartheta} d T_m. \qquad (53)$$

Die ganze bei einer unendlich kleinen Temperaturerhöhung mitzuteilende Wärmemenge findet sich jetzt als die Summe $dQ_1 + dQ_2 + dQ_3 + dQ_4$. Darin lassen sich die beiden mittleren Summanden noch zusammenziehen. Dividiert man ferner diese ganze Wärmemenge durch das Gewicht $N_0 \gamma_0$ der ganzen Gasmasse und durch die Temperaturzunahme dT_m, so erhält man die spezifische Wärme c_v des Gases bei konstantem Volumen, so wie sie sich bei einer Beobachtung ergeben müsste, die man also zum Unterschiede von der wahren, c_0, als die „scheinbare" bezeichnen könnte. Multipliziert man endlich noch mit dem chemischen Molekulargewicht m des nicht dissociierten Gases, so folgt dessen scheinbare Molekularwärme zu:

$$mc_v = \frac{1}{3} mc_0 \left[3 - (3 + 6\vartheta + 6\vartheta^2 + 4\vartheta^3) e^{-2\vartheta}\right]$$
$$+ \frac{1}{3} mc (3 + 6\vartheta + 6\vartheta^2 + 2\vartheta^3) e^{-2\vartheta} + 4 \frac{AR_0 m}{n-1} \vartheta^3 e^{-2\vartheta}. \qquad (54)$$

In meiner früheren Veröffentlichung habe ich diese Molekularwärme, im Anschluss an Andere, als „wahre" bezeichnet, zum Unterschiede von der „mittleren" zwischen 0 ° C. und einer allgemeinen Temperatur t. Da nun hier das „wahr" im Clausius'schen Sinne gebraucht ist, soll mc_v als die „augenblickliche" scheinbare Molekularwärme bezeichnet werden.

Zu einer Berechnung der Aenderung dieser augenblicklichen Molekularwärme müssten bekannt sein: die molekulare Dissociationstemperatur Θ und eine von den beiden Grössen c oder n, da deren andere dann nach Gleichung (46) berechnet werden könnte. Einschlagende Versuche liegen aber meines Wissens darüber noch nicht vor. Nach den vorstehenden Betrachtungen wird man nur erwarten müssen, dass n für die dissociierten Atome kleiner bleibt als für die einatomigen Gase und Dämpfe, also $n < 1{,}66$. Eine untere Grenze lässt sich aber nicht angeben.

Will man doch die ungefähren Werte dieser Grössen finden, so bleibt nur der Weg des Probierens übrig, wobei als einziger Anhaltepunkt nur die Bestimmungen von Mallard und Le Chatelier und die von Berthelot und Vieille über die mittlere scheinbare Molekularwärme zur Verfügung stehen. Um die Vergleichung vornehmen zu können, muss man daher erst aus der augenblicklichen Molekularwärme mc_v der Gleichung (54) die mittlere, mc_m, bestimmen. Eine Rechnung führt aber auf Integrallogarithmen, also auf nicht geschlossene Ausdrücke. Ich habe daher die Bestimmung auf zeichnerischem Wege durchgeführt, durch Auftragen der Werte $mc_v = f(T_m)$ auf Millimeterpapier und Abzählen der Quadratmillimeter unter Einschätzen ihrer Bruchteile.

Für n habe ich drei verschiedene Werte versucht, 1,66, 1,405 und 1,30. Die berechneten Werte von mc_v finden sich, zunächst in Funktion von Θ/T_m auf Seite 159 zusammengestellt. Sie wachsen anfangs sehr langsam, später rascher, erreichen bei einer mittleren Temperatur $T_m > \Theta$ ein Maximum und nähern sich darauf von oben her asymptotisch ihrem Grenzwerte mc für $T_m = \infty$ oder $\vartheta = 0$. Die anfängliche langsame Zunahme von mc_v rührt daher, dass anfangs die Dissociation sehr unbedeutend bleibt, wie die zweite Spalte zeigt, in der die nach Gleichung (32) berechnete Anzahl der Molekeln angegeben ist, die von ursprünglich einer Million dissociiert sind.

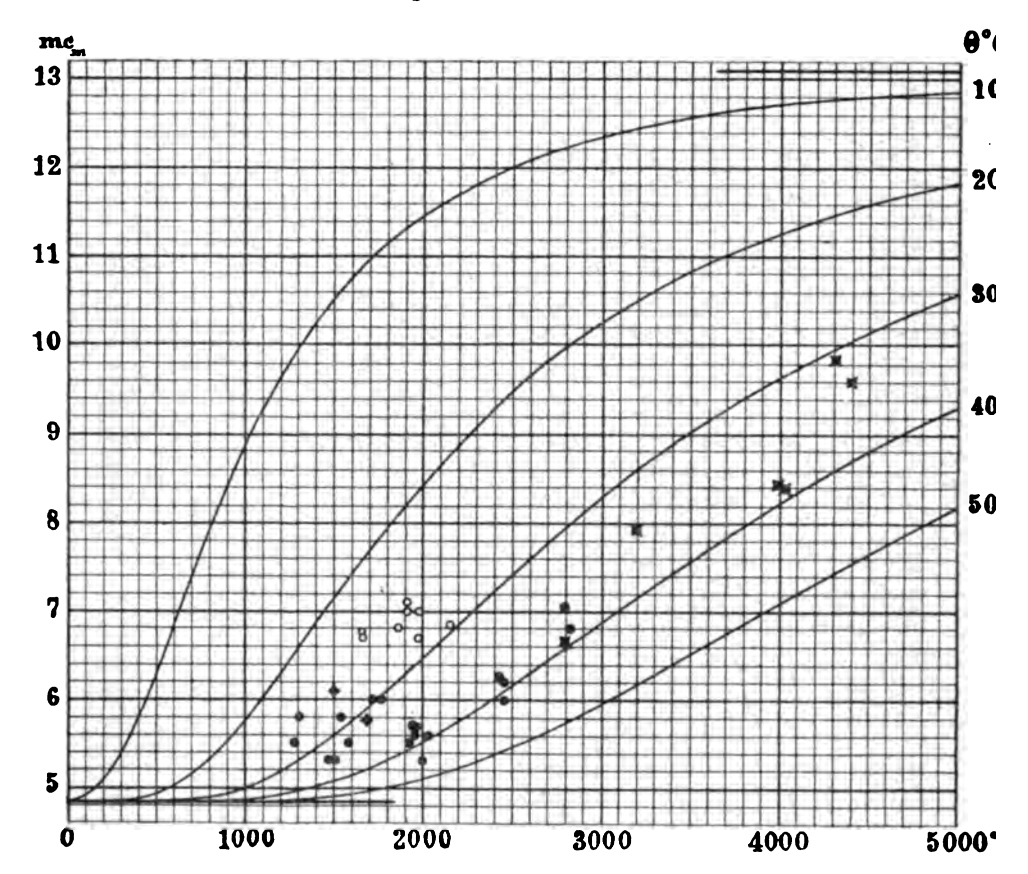
Die Zusammenstellung lässt sofort erkennen, dass, wie zu erwarten war, n jedenfalls nicht gleich 1,66 sein kann. Dafür erreicht die augenblickliche Molekularwärme nicht einmal den Wert 7, die mittlere Molekularwärme bleibt noch kleiner, während die beobachteten Werte bis 9,85 ansteigen. Auch mit $n = 1{,}405$ ergeben sich für mc_m Kurven, die von den Beobachtungen zu stark

$\frac{\Theta}{T_m}$	$N_2' \cdot 10^6$	Werte von mc_v für $n =$			$\frac{\Theta}{T_m}$	$N_2' \cdot 10^6$	Werte von mc_v für $n =$		
		1,66	1,405	1,30			1,66	1,405	1,30
∞	0	4,850	4,850	4,850	1,3	253 126	6,543	9,000	11,222
6,0	3	4,850	4,850	4,850	1,2	302 748	6,685	9,421	11,895
5,5	10	4,850	4,851	4,851	1,1	359 428	6,807	9,819	12,543
5,0	39	4,851	4,853	4,854	1,0	423 191	6,900	10,174	13,135
4,5	145	4,854	4,859	4,863	0,9	493 626	6,952	10,463	13,640
4,0	522	4,863	4,878	4,892	0,8	569 713	6,955	10,665	14,021
3,6	1 430	4,882	4,919	4,953	0,7	649 633	6,902	10,761	14,253
3,3	3 006	4,911	4,983	5,049	0,6	730 622	6,791	10,740	14,314
3,0	6 232	4,963	5,099	5,222	0,55	770 362	6,715	10,686	14,280
2,8	10 047	5,018	5,223	5,408	0,50	808 848	6,628	10,606	14,206
2,6	16 070	5,097	5,401	5,676	0,45	845 449	6,533	10,503	14,097
2,4	25 474	5,206	5,652	6,054	0,40	879 489	6,432	10,382	13,959
2,2	39 968	5,355	5,996	6,575	0,36	904 411	6,351	10,277	13,833
2,0	61 969	5,549	6,454	7,271	0,33	921 530	6,290	10,197	13,735
1,9	76 774	5,664	6,730	7,694	0,30	937 144	6,232	10,116	13,634
1,8	94 758	5,792	7,040	8,169	0,28	946 654	6,195	10,064	13,568
1,7	116 479	5,931	7,383	8,696	0,26	955 411	6,159	10,013	13,504
1,6	142 540	6,079	7,756	9,273	0,24	963 382	6,126	9,964	13,441
1,5	173 579	6,233	8,155	9,896	0,22	970 545	6,095	9,919	13,382
1,4	210 239	6,390	8,573	10,548	0	1000 000	5,952	9,700	13,095

abweichen. Für $n = 1{,}30$ dagegen findet sich eine bessere Uebereinstimmung. Ich habe daher mit diesem n die Kurven $mc_m = f(T_m)$ für die molekularen Dissociationstemperaturen $\Theta = 1000\,^0$, $2000\,^0$, $3000\,^0$, $4000\,^0$ und $5000\,^0$ C. in der Figur auf S. 160 eingezeichnet. Bei gleichen Unterschieden der Θ folgen sich diese Kurven auf jeder Horizontalen in gleichen Abständen, die aber nach oben zu stetig wachsen. Hinzugefügt sind noch als kräftigere Linien: links unten die Horizontale, von der sämtliche Kurven ausgehen, rechts oben die andere, der sie sich asymptotisch nähern. $\Theta = 1000$ ist zwar jedenfalls zu klein; ich habe aber diese Kurve doch mit aufgenommen, weil sie den ganzen Verlauf besser erkennen lässt, als die übrigen. Endlich habe ich die sämtlichen Beobachtungen von Mallard und Le Chatelier und von Berthelot und Vieille in der nämlichen Bezeichnungsweise hinzugefügt, wie in meiner früheren Veröffentlichung, nur musste ich hier einen kleineren Massstab anwenden.

Die Figur zeigt nun, dass sich eine Kurve für Θ zwischen 3000^0 und 4000^0 C. den unmittelbaren Versuchsergebnissen ganz

gut anschliessen würde. Nur beim Beginne des stärkeren Ansteigens sind die Kurven allmählich gekrümmt, während man aus der Punktreihe eher auf einen unstetigen Uebergang von einer fast horizontalen Geraden zu einer steiler ansteigenden Linie schliessen würde. Diese Abweichung rührt vielleicht daher, dass bei der sehr



rasch vor sich gehenden Dissociation der Versuche ein ähnlicher Trägheitswiderstand auftritt, wie bei der elastischen Nachwirkung und der magnetischen Hysteresis, und wie ihn O. Wiedeburg[1]) auch bei den raschen, nicht umkehrbaren Aenderungen der Entropie glaubt einführen zu sollen. Darnach würden bei einer raschen Temperaturzunahme nicht sofort alle Molekeln mit $T \gtreqless \Theta$ disso-

[1]) Wiedemann, Annalen 1897, Bd. 91, S. 705.

ciieren, sondern sich die der Rechnung entsprechenden Verhältnisse erst einstellen, wenn die Temperatur während einer längeren Zeit unverändert auf ihrer Höhe erhalten werden würde. Bei den Versuchen sinkt sie dazu viel zu rasch wieder.

Es ist nicht ausgeschlossen, dass sich für $n \leqq 1{,}30$ und einen bestimmten Wert von Θ eine noch bessere Uebereinstimmung zwischen der Kurve und der Punktreihe ergeben könnte. Ich habe aber doch keine weiteren Rechnungen mehr durchgeführt, weil die zum Vergleiche verfügbaren Versuche zur sicheren Entscheidung der Frage keine genügende Zuverlässigkeit besitzen. In dieser Richtung habe ich schon damals darauf hingewiesen, dass die Wärmeverluste während des chemischen Vorganges jedenfalls nicht genügend berücksichtigt worden sind, wodurch sich die Werte von mc_m zu gross ergeben mussten. Bei der vorliegenden Untersuchung bin ich nun noch auf eine andere Fehlerquelle aufmerksam geworden. Die Temperaturen nach der Explosion wurden nämlich aus den Pressungen nach der gewöhnlichen Zustandsgleichung der Gase, $pv = RT$, berechnet, und zwar mit konstantem R. Da aber der Wert von R mit fortschreitender Dissociation stetig wächst, so müssen sich die höheren Temperaturen zu gross ergeben haben. Bei der Berechnung von mc_m treten diese zu grossen Temperaturen im Nenner auf, aber um 273° vermindert, so dass dieser in stärkerem Verhältnisse zu gross ausfällt als T. mc_m wird folglich bei höheren Temperaturen gegenüber T zu klein, und daher muss dort die Kurve $mc_m = f(T)$ zu flach verlaufen.

Die beiden bei der Berechnung von mc_m gemachten Fehler heben sich zwar hiernach gegenseitig teilweise auf, da aber ihre Grösse nicht bekannt ist, so bleiben die Ergebnisse doch unsicher, und daher geht auch eine genauere Bestimmung der Werte von Θ und n noch nicht vorzunehmen. Man kann nur schliessen, dass Θ zwischen etwa 3000 bis 4000° C. liegen wird, und dass jedenfalls der Wert von n für das dissocierte Gas kleiner ist, als für das nicht dissociierte, also erst recht kleiner als für die anderen einatomigen Gase und Dämpfe.

Die Molekularwärme der Gase, oder ihre specifische Wärme bei konstantem Volumen, wird für höhere Temperaturen in den technischen Anwendungen fast nur gebraucht, um die Vorgänge in Explosions-Wärmekraftmaschinen rechnerisch genauer zu verfolgen.

In diesen Maschinen steigt die Temperatur bis rund 1600° C., so dass es nach der Figur scheinen könnte, man müsste dabei die Zunahme von c_m berücksichtigen. Die hohe Temperatur hält aber hier noch weniger lange an, als in den Gefässen bei den Versuchen von Mallard und Le Chatelier und von Berthelot und Vieille. Denn hier folgt der Explosion unmittelbar eine Arbeit verrichtende Expansion mit gleichzeitiger Entziehung von Wärme durch Kühlwasser, dort dagegen vollzieht sich die Abkühlung bei konstantem Volumen, also ohne Arbeitsverrichtung, somit langsamer. Daher muss man erwarten, dass bei den Wärmekraftmaschinen die Dissociation noch mehr zurückbleibt, und dass sich wirklich ein kleinerer Wert von c_m einstellt, als ihn die Formel ergiebt. Es erscheint daher doch gerechtfertigt, wie ich schon damals aus den Versuchsergebnissen unmittelbar hergeleitet habe, auch bei solchen Wärmekraftmaschinen mit einem konstanten Werte der specifischen Wärme bei konstantem Volumen zu rechnen.

Bei anderen technischen Anwendungen, namentlich bei den verschiedenen Feuerungsanlagen, braucht man die specifische Wärme bei konstantem Drucke, c_p, bei hohen Temperaturen. Diese berechnet sich aus der vorigen nach der bekannten Beziehung der Gase:

$$c_p = c_v + AR\,. \qquad (55)$$

R ist hier für das Gemenge nicht dissociierter Molekeln und dissociierter Atome zu nehmen. Da beide Bestandteile als Gase aufzufassen sind, so berechnet sich R, wenn G das Gewicht der Bestandteile bezeichnet, nach der Formel:

$$R = \frac{\Sigma(GR)}{\Sigma(G)}\,. \qquad (56)$$

Hier ist mit den früher benutzten Bezeichnungen $\Sigma(G) = N_0\,\gamma_0$. Der Zähler wird dagegen nach den Gleichungen (36), (35), (34), (29) und (30)

$$\Sigma(GR) = N_{1,m}\,\gamma_0\,R_0 + (N_{1,a} + N_2)\,\frac{\gamma_0}{2}\,2\,R_0 = N\gamma_0\,R_0,$$

und daher folgt mit Gleichung (33):

$$R = \frac{N}{N_0}\,R_0 = [1 + (1 + 2\,\vartheta + 2\,\vartheta^2)\,e^{-2\,\vartheta}]\,R_0\,. \qquad (57)$$

Setzt man diesen Wert und den Wert von c_v aus Gleichung (54) in Gleichung (55) ein, so lässt sich AR mit dem letzten Gliede von Gleichung (54) zusammenziehen, und man erhält:

$$\begin{aligned} c_p = & \frac{1}{3} c_0 \left[3 - (3 + 6\vartheta + 6\vartheta^2 + 4\vartheta^3) e^{-2\vartheta}\right] \\ & + \frac{1}{3} c (3 + 6\vartheta + 6\vartheta^2 + 2\vartheta^3) e^{-2\vartheta} \\ & + AR_0 \left[1 + (1 + 2\vartheta + 2\vartheta^2 + \frac{4}{n-1} \vartheta^3) e^{-2\vartheta}\right]. \end{aligned} \quad (58)$$

Bei niedrigeren Temperaturen, also grossen Werten von ϑ, bleibt auch dieser Wert nahezu konstant, weil alle veränderlichen Glieder $e^{-2\vartheta}$ als Faktor enthalten. Bei höheren Temperaturen wächst dagegen c_p rascher als c_v, weil in der letzten runden Klammer noch die additiven Glieder $1 + 2\vartheta + 2\vartheta^2$ hinzukommen. Die durch die bisherigen Versuche gegebene Grundlage ist aber noch nicht so sicher, dass sich eine Berechnung von c_p lohnen würde.

Zürich, Januar 1900.

Geologische Nachlese.

Von

Albert Heim.

Nr. 10.

Der Schlammabsatz am Grunde des Vierwaldstättersee.

Als ich im Jahr 1876 zuerst die Tiefen des obern Teiles des Vierwaldstättersee messend verfolgte, fand ich ganz steilen Abfall der Ufer und dann unten einen fast vollkommen ebenen flachen Boden. Die Ebenheit des letzteren ist so gross, dass wir jeweilen 500 m weiter thaleinwärts messend die Tiefe auf 2 m exakt im Voraus nennen konnten. Die später ausgeführten genauen Seetiefenmessungen, wie sie in dem schweizerischen Karten-Atlas 1 : 50000 und 1 : 25000 verzeichnet sind, bestätigen, dass alle grossen alpinen Randthalseen in den tiefsten Teilen einen vollkommen ebenen Boden haben. Das gleiche gilt von den grossen Seen der Ostalpen. Nur der Seegrund in höherem Niveau zeigt allerlei Unebenheiten, und die Gehänge der Becken können mannigfaltig gestaltet sein. Bald errät man in diesen Formen alte Felsgestalten, bald Schuttkegel, bald Moränenlandschaften. Allein jedes Becken hat zu unterst e i n S t ü c k g a n z f l a c h e n B o d e n s. Die Entstehung der ganz ebenen Böden durch Schlammauffüllung ist schnell erraten: Je kleiner die Fläche des Beckenbodens und je grösser der in dieses Becken mündende Fluss, desto höher aufgefüllt erscheint der Beckenboden (vergl. diese Nachlese Nr. 2). Ferner beobachtet man, dass die flachen Bodenbecken aus dem unterseeischen Fusse der Delta und aus der subaquatischen Aussparungsrinne im Delta (Bodensee und Lemansee) herauswachsen und sanft von den Delta abfallen. Aber sie erweisen sich doch deutlich flacher abgesetzt vom Delta selbst, als durch eine andere Art der Ablagerung bedingt.

Das gröbere Material, das der Fluss mit sich schwemmt, setzt sich bald ab, nur der feinste Schlamm bleibt fein suspendiert und setzt sich auch nach vollständigem Stillstand des Wassers aus Süsswasser nur sehr langsam ab. Das trübe Flusswasser hatte Zeit, an den Grund des Seebeckens zu gehen, dort in einer Schicht nach dem specifischen Gewicht sich zu ordnen und vollständig flach, nach oben eben begrenzt, auszubreiten, bevor der allmähliche Schlammabsatz beginnt. Es giebt Seen, bei denen das Flussschlammwasser stets unter das Seewasser hinabtaucht — auch im heissen Sommer. Dies ist besonders dann der Fall, wenn der Fluss viel Gletscherwasser enthält, und auch im Sommer kälter ist als der See (Lemansee, Bodensee). Es giebt andere Fälle, bei denen das Flusswasser zeitweise untertaucht, zeitweise an der Oberfläche sich ausbreitet (Linth im Walensee, Reuss im Vierwaldstättersee), in der Regel wohl im Seebecken in einer mittleren Wasserschicht sich ausbreitet. Nicht nur die relativen Temperaturen, sondern auch die Menge des Gelösten und das feinst Suspendierte, das nur sehr langsam sich abscheidet, bedingen das specifische Gewicht der Flusswasser. Da alle diese Faktoren auch mit der Jahreszeit wechseln, sind die Erscheinungen so mannigfaltig. Leider besitzen wir noch keine systematischen Untersuchungen über den Wechsel im Höhenstand der trüben Wasserschicht in den Seen. Jedenfalls haben die feinst zerriebenen Schlammassen der Gletscherbäche an diesen feinsten Schlammabsätzen, die gleichmässig am Boden verteilt stattfinden, einen verhältnismässig sehr bedeutenden Anteil.

Ueber tieferem Seegrund steht die schlammtrübe Wasserschicht mächtiger, über seichteren Stellen des Beckens weniger tief. Dort wird sie in einer Absatzperiode eine dickere, hier eine dünnere Schicht absetzen. An steileren Seegehängen bleibt der feinste Schlamm schon gar nicht hängen, die geringste Wasserbewegung, z. B. die Bewegungen des „Seiches“, bringen ihn wieder zur Beweglichkeit und zum Absinken. So musste es kommen, dass der feinste Schlammabsatz allmählich den Grund der Becken vollständig eben ausgeglichen hat. Die Wirkung dauert noch fort.

Nachdem ich das Wachstum des Reussdelta im Vierwaldstättersee messend verfolgt hatte, war es naheliegend, auch eine quantitative Bestimmung des feinen, am ganzen Seegrunde aus-

gebreiteten Schlammabsatzes zu probieren. Schon 1873 versenkte ich Schlammsammelkasten von $^1/_2$ m Seite und 1 dcm Höhe aus Zinkblech oder Eisenblech an den flachen Seegrund und band dann die Hebeleinen an geschützten, verborgenen Uferstellen fest. Ich hatte erst kein Glück. Die besten geteerten Seile lösten sich bei ein Jahr Liegen im See auf. Die galvanisierten Eisendrähte (Telegraphendrähte) rosteten an denjenigen Stellen durch, wo durch Reibung auf dem Fels durch den Wellenschlag die geringste Verletzung der Verzinnung eingetreten war. Sechs meiner Schlammsammelkasten liegen unrettbar im Seeschlamm des Vierwaldstättersee begraben.

Angeregt und unterstützt durch die „schweizerische Geschiebekommission", besonders deren Präsidenten, Herrn Prof. Brückner in Bern, habe ich den Versuch nach vielen Jahren wieder aufgenommen. Die hier folgende Publikation kann zugleich als eine Mitteilung der „schweizerischen Geschiebekommission" gelten. Herr Direktor Emil Huber von der Maschinenfabrik Oerlikon war mir bei der Herstellung besserer Einrichtungen und beim Versenken der Kasten in sehr verdankenswerter Weise behülflich. Die Schlammsammelkasten aus starkem Eisenblech hatten wiederum ca. $^1/_4$ m^2 Grundfläche und 1 dcm Wandhöhe. Sie wurden in heissem Zustande mit Schellacklösung bestrichen. Eine leichte äussere Hülle aus dünnem Bleiblech sollte gegen ein zu festes Einkleben der Kasten helfen, in der Art, dass diese Hülle unten kleben bleiben kann, während der Kasten herausgezogen wird. Die Befestigung geschah mittelst starken Kupferdrahtes, im obern Teil mit Kupferkabel.

Am 12. April 1897 versenkten wir einen solchen Kasten im obern Teil des Vierwaldstättersee, in dem ganz flachen Boden des „Urnersee", etwas oberhalb des Rütli am „Fledermauseggen", an einer Stelle, wo der steile Uferfels unvermittelt am flachen Schlammgrund abstösst, etwa 300 m vom Uferfels entfernt, und weit weg von irgend einem Bache. Tiefe an dieser Stelle = 200 m.

Der zweite wurde auf den erhöhten ebenen Schlammboden gesetzt, der sich zwischen dem Muottadelta und der thalabwärts folgenden, gewaltigen unterseeischen Moränenbarriere gebildet hat. Die Verankerung der Kupferkabel geschah am Fusse der Felswände von „Rützenmattli-Lehn", die Versenkung etwa 300 m vom

Ufer entfernt seeauswärts. Wir wollen in der Folge der Kürze halber dieses Becken des Sees das „Muottabecken“ nennen.

Am 7. April 1898 gingen wir an die Hebung der Schlammsammelkasten. Die Kupferkabel und Kupferdrähte hatten sich bewährt. Hie und da freilich waren Schlingen entstanden und nur durch grösste Vorsicht gelang es, an solchen Stellen ein Abreissen des Kupferdrahtes zu vermeiden. Die Resultate waren die folgenden:

1. Urnersee. Der Boden des Kastens war mit einer gleichförmigen 1 1/2 cm dicken Schicht eines dunkel blaugrauen, an den Fingern klebenden, zähen und ziemlich festgesetzten, sehr feinen Schlammes bedeckt. Im Querschnitt konnte ich keine verschiedenen Schichten untercheiden. Die Gesamt-Schlammasse, abgesetzt auf einer Fläche von 2862,25 cm^2 betrug in frischem, nassem Zustande gewogen 5495 gr., im getrockneten Zustande (bei 100° getrocknet) 2747,5 gr. Es ergiebt sich daraus:

Frisch nass: Dicke der Schlammschicht im Jahr 15 mm.
Absatz auf jedem cm^2 1,91 gr.

Getrocknet: Dicke d. getrockneten Schicht im Jahr 3,8 mm.
Absatz auf jedem cm^2 0,95 gr.

Beim Austrocknen schwindet das Volumen des Schlammes auf 24 %, also auf ungefähr 1/4 zusammen und das Gewicht auf 49,7 %, also auf ungefähr die Hälfte. Das specifische Gewicht des getrockneten Schlammes ist fast das Doppelte von demjenigen des frischen Absatzes.

Da die Schlammablagerungsfläche des Urnersees 10,31 km^2 beträgt, so haben sich in dem einen Jahre im Urnersee abgesetzt:

ca. 154 650 m^3 oder 196 921 Tonnen nasser Schlamm vom specifischen Gewichte von 1,27.

ca. 39 178 m^3 oder 97 945 Tonnen trockener Schlamm vom spezifischen Gewichte von 2,5.

Das macht als festes, erhärtetes, gebirgsfeuchtes Gestein berechnet rund 40 000 m^3 Fels. Unsere frühere Schätzung der jährlichen Ablagerung von 200 000 m^3 Gestein im Vierwaldstättersee ist dadurch neuerdings bestätigt (150 000 m^3 grobes Material an der Reussmündung und ca. 50 000 m^3 feines Material im ganzen Becken verteilt).

2. Der Kasten im Muottabecken des Vierwaldstättersee

war fast bis zum Rande gefüllt mit Schlamm und sehr schwer zu heben. Der Schlamm bildete eine zähe, 8 cm (!) dicke Schicht und zeigte eine durch Wechsel der Farbe zwischen tiefer blau-grau und etwas bräunlich-grau sichtbare Schichtung in 6 bis 8 Lagen. Die verschiedenen Lagen liessen sich aber nicht trennen, sie hafteten zähe an einander als ein Klotz, und die Masse schien ununterscheidbar von derjenigen aus dem Urnersee.

Die Gesamtschlammasse, abgesetzt auf einer Fläche von 2704 cm^2, betrug in frischem, nassem Zustande gewogen 34 230 gr., getrocknet 19 200 gr. Es ergiebt sich daraus:

Frisch nass: Dicke der Schlammschicht des Jahres 80 mm,
Absatz auf jedem cm^2 12,66 gr,
Getrocknet: Dicke d. getrockneten Schicht des Jahres ca. 28,6 mm,
Absatz auf jedem cm^2 7,14 gr.

Beim Austrocknen schwindet das Volumen des Schlammes auf 35,75 % und das Gewicht auf 56,4 %. Der Schlammabsatz des Muottabeckens, obschon unter fast 100 m geringerem Wasserdruck abgesetzt, war somit doch ziemlich viel dichter gelagert, als derjenige des Urnersee. Dagegen lagert er sich beim Austrocknen nicht ganz so dicht, wie der Urnerseeschlamm.

Da die Schlammablagerungsfläche des Muottabeckens des Vierwaldstättersee 2,125 km^2 beträgt, so sind in dem einen Jahre hier abgesetzt worden:

ca. 170 000 m^3 oder 269 025 Tonnen nasser Schlamm vom specifischen Gewichte von 1,58 oder ausgetrocknet berechnet,
ca. 60 775 m^3 oder 151 725 Tonnen Schlamm von 2,41 specifischem Gewicht. Das macht als festes, erhärtetes Gestein gedacht rund 60 000 m^3.

Vergleicht man den Schlammabsatz im Urnersee und im Muottabecken, so hat man das erstaunliche Resultat zu konstatieren, dass nicht nur der Schlammabsatz im Muottabecken eine fast fünfmal dickere Schicht bildet, als im Urnerbecken, sondern dass seine Gesammtmasse ca. $^3/_2$ mal so gross ist, während doch das Sammelgebiet, aus dem er nach den topographischen Verhältnissen einzig kommen kann, $3^1/_2$ mal kleiner ist, als dasjenige der Reuss. Wenn das immer so wäre, so würde sich daraus ein viel geringeres Alter jener Moränenbarrieren ergeben, als wir es früher ausgerechnet hatten.

Vorderhand ist es wohl richtig, aus dieser sonderbaren Erscheinung, diesem Uebermass von Schlammabsatz im Muottabecken, noch keine weiteren Schlüsse zu ziehen. Im Verlaufe des Sommers 1897 ist das Wasserwerk an der Muotta errichtet worden. Eine Menge von Stollenschutt wurde dabei in die Stromschnelle der Muotta geworfen und so ist es denkbar, dass dieses Jahr ein ausnahmsweises war. Wir warten das Resultat erst nachfolgender Jahre ab. Der Absatz von $1^1/_2$ cm im Urnersee hingegen hat ziemlich unseren Erwartungen entsprochen. Wir hatten früher 12 mm als wahrscheinlich angenommen.

Ich habe mir nun eine recht genaue qualitative Prüfung der Schlammproben aus Urnersee und Muottabecken angelegen sein lassen. Die Herren Prof. Dr. Früh und Prof. Dr. U. Grubenmann waren so freundlich, eine mikroskopische Untersuchung vorzunehmen und Herr Dr. Berthold Schudel, Chemiker in Zürich, hat sich mit grossem Eifer einer eingehenden chemischen Untersuchung gewidmet, bei der auch Herr Prof. Dr. Treadwell mit seinen Erfahrungen ratend beigestanden ist. Ich lasse hier zunächst die mir übergebenen Originalberichte der genannten Herren unverändert folgen.

Bericht über die mikroskopische Untersuchung von Schlammproben aus dem Vierwaldstättersee, gesammelt von der Geschiebe-Kommission der schweiz. nat. Gesellschaft.

Von Prof. Dr. J. Früh.

Probe I, Urnersee, überschrieben: „vom Fledermauseggen, 12. April 1897 — 7. April 1898. Schicht 1,5 cm, Fläche 53,5 × 53,5 cm. Alles.“ Es wurden so viele Präparate zur Untersuchung der feucht sehr zähen, bräunlich-grauen Materie verwendet, bis sich keine wesentlichen Veränderungen im Gesamtbild mehr zeigten, m. a. W., sich dieselben Erscheinungen wiederholten. Vergr. Hartnack Oc. 3, Obj. 7 = $^{350}/_1$.

a) Grössenverhältnisse der Gesteinssplitter. Es wurde ein Okularmikrometer gebraucht, von dem ein Teilstück bei $^{350}/_1$ 0,0038 mm beträgt. Sehr viel feinster Staub von 0,0009—0,0019 mm; viel von 0,0038—0,0076 mm. Schon spärlicher sind Splitter von 0,0152 mm. In dieser „Grundmasse“ erscheinen dann die grösseren Trümmer viel untergeordneter an Zahl und gleichsam wie Ein-

sprenglinge. Sie messen zu einem grössern Teil 0,0304—0,038 mm, und solche von 0,076—0,08 mm bilden den kleineren Teil der „Einsprenglinge“. Die gössten Splitter erreichen also kaum 0,1 mm! Zum Vergleich mag hier angeführt werden, dass feiner „Trieblette“ vom Binnenkanal im St. Gallischen Rheinthal sehr viel Splitter von 0,114 mm und Quarztrümmer von 0,2—0,25 mm aufweist.

b) Natur der Splitter. Obschon die mineralogische Untersuchung ausserhalb meine Aufgabe fällt, bemerke ich, dass nur ein kleiner Teil des Schlammes in kalter, verdünnter Salzsäure löslich ist. Die grösseren Splitter müssen vorherrschend Quarz angehören, dann Glimmer (wahrscheinlich Muscovit). Auffallend schien mir der fast gänzliche Mangel isolierter Krystalle wie Turmalin, Rutil, Quarz etc.

c) Organische Beimengungen.

1. Immer findet man krümelig zersetzte (vertorfte) und unbestimmbare Reste von Pflanzen, wie sie vom Land herbeigespült oder hergeweht werden. Nicht näher bestimmbare Zellgruppen höherer Gewächse, in der Regel ziemlich stark vertorft und maceriert. Blattreste von Hypneen, macerierte Bastfasern von Hanf oder Flachs, Stücke von Baumwollfasern.
2. Algen. Alle Präparate enthalten leere Schalen von Diatomaceen, vor allem Cyclotella operculata Ag. Diese Species fehlte nie, obgleich sie nicht sehr zahlreich vertreten war. Mehr accessorisch fand ich: Cymbella lanceolatum Er., C. affinis Ktz., Ceratoneis cf. Arcus Ktz., Synedra cf. gracilis Ktz. Einmal Diatoma vulgare Bory. mit blaugrünem Inhalt, lebend. Diese Algen können teils aus dem Einzugsgebiet stammen, teils vom Plankton des Sees selbst.
3. Pollenkörner bemerkte ich keine, obschon solche bei anhaltender Untersuchung sicher nicht gänzlich fehlen dürften.
4. Nie beobachtete ich Spiculae von Spongillen, Skeletteile von Copepoden, Rotatorien, Chaetopoden.

d) In den benützten Präparaten erkannte ich nie Coaksstückchen; gewiss könnten bei fortgesetzter Untersuchung solche Accessoria ab und zu konstatiert werden.

e) Art der Verkittung. Die nicht abgerollten Gesteinssplitter sind einmal durch blosse Adhäsion lose vereinigt. Dann durch feinste Macerationsprodukte der organischen Beimengungen,

vielleicht auch durch Limonit. Die Aggregation ist aber vorherrschend bei dem feinsten Staub zu beobachten und umfasst grössere Splitter nicht mehr. Durch Behandlung mit verdünnter Salzsäure werden die Aggregate gesprengt.

Probe II. Muottabecken des Vierwaldstättersee zwischen „Treib und Schwibbogen", fein geschichtet 7,5—8,5 cm mächtig. Dauer des Absatzes: 12. April 1897—7. April 1898.

a) In den Grössenverhältnissen der mineralischen Gemengteile stimmt der zähe, plastische, bräunlich-graue Schlamm mit Probe I überein: Vorherrschend feinster Schluff von 0,0009 bis 0,0019 mm. Viel Splitter von 0,0038—0,0076 mm. Viel von 0,015 mm. Als grössere „Einsprenglinge" erscheinen schon Trümmer von 0,038 mm, und solche von 0,05 oder gar von 0,07—0,1 mm erscheinen isoliert oder als Ausnahmen. Solche Splitter repräsentieren Glimmerblättchen und Quarz.

b) Auch von diesem Schlamm wird nur ein kleiner Teil in verdünnter, kalter Salzsäure gelöst, wobei Aggregate, wie sie oben unter Probe I e beschrieben wurden, meistens zerstört werden. Einmal traf ich ein ausgezeichnetes Prisma des Quarzes mit Pyramiden an den Enden.

c) Organische Beimengungen.

1. Eingeschlämmte, unbestimmbare, vertorfte Pflanzenreste wie in Probe I. Blattreste und Rhizoiden von Hypneen konnten erkannt werden. Ein Pollenkorn von Corylus, macerierte Radizellenreste von Phanerogamen, Bastfasern von Hanf, Baumwollfasern.
2. Diatomaceen. Cyclotella operculata Ag. ist viel häufiger als in Probe I. Man könnte von einer Cyclotellenfacies sprechen, immerhin in dem Sinne, dass die leeren Schalen dieser Alge nur accessorisch auftreten. Daneben wurden einigemal erkannt: Pleurosigma attenuatum Sm., dann Cymatopleura elliptica Breb.; von andern Algen ein Stück einer Rivularia.

d) Auch von dieser Probe beobachtete ich in den verwendeten Präparaten keine Skeletteile von Spongilla, Arcellae, Copepoden, Rotatorien, Annulaten; keine Coaksteilchen, kein Doppelschwefeleisen, wie sie sonst an Flachufern von Seen oder in Sedimenten wenig tiefer Seen vorkommen.

9. Juni 1898. J. Früh.

Mikroskopische Untersuchung des Schlammabsatzes

mitgeteilt vom mineralog.-petrographischen Institut des Polytechnikums.

I. Vom Grunde des Urnersee.

Der feinkörnige Schlamm besteht unter dem Mikroskope grösstenteils aus kleinen, gewöhnlich unreinen, etwas gelblichen Thonschüppchen, daneben aus Kalkkörnchen und -Klümpchen, unter denen hin und wieder ein scharfes Rhomboëderchen vorkommt. Etwas weniger häufig sind Quarztrümmerchen (undulöse Auslöschung lässt öfters noch ursprüngliche dynamische Beeinflussung erkennen); spärlich finden sich Turmalinsäulchen (trigon. Begrenzung, blaugrüne Farbe mit starkem Pleochroismus) und nur selten Rutilnädelchen. Nicht mehr sicher bestimmbar sind lebhaft grüne Körner, vielleicht ehemalige chloritisierte Hornblende und braune Fetzchen, welche auf zersetzten Biotitglimmer hinweisen.

(Unter den zahlreichen Diatomeenresten fällt besonders eine kreisrunde Art durch ihre Häufigkeit auf.)

Beim Schlämmen reichern sich besonders die Carbonatkörner und Quarztrümmer an; diese beiden bilden also die grösseren Individuen des Schlammes.

II. Vom Vierwaldstättersee zwischen Treib und Gersau. (Muottabecken).

In der mineralogischen Zusammensetzung sind gegenüber dem vorigen Schlamme keine Unterschiede zu erkennen. Wie jener, setzt auch er sich aus Thonfetzchen, Carbonattrümmerchen und Quarzsplitterchen zusammen, mit welchen drei Mineralien zahlreiche Diatomeenschalen und spärliche Turmalin- und Rutilkryställchen (auch Feldspatrestchen?) sich mengen. Chloritische grüne Körner und zersetzte Biotitfetzchen wie dort.

Chemische Untersuchung zweier Schlammabsätze aus dem Vierwaldstättersee,

entstanden vom 12. April 1897 bis 7. April 1898.

Von Dr. B. Schudel.

Die vorliegenden beiden Schlammproben bildeten nach dem Trocknen auf dem Wasserbad feinpulverige, bräunlich-graue Massen,

welche jedoch mit Coaks- und Blattstückchen ziemlich verunreinigt waren. Diese Fremdkörper wurden so sorgfältig als möglich ausgelesen, der Umstand jedoch, dass kleinere Mengen derselben zurückblieben, erschwerte es, richtige Durchschnittsproben für die Analysen zu bekommen. Da die Vermutung ausgesprochen wurde, dass die beiden Schlammarten, obwohl verschiedener Provenienz, annähernd dieselbe Zusammensetzung haben könnten, so schien eine vollständige rationelle Analyse derselben am zweckmässigsten. Eine solche gestattet viel eher als eine einfache Bauschanalyse, auch feinere Unterschiede in der Zusammensetzung aufzudecken. Die Untersuchung wurde im analytischen Laboratorium des eidgenössischen Polytechnikums ausgeführt. Die Durchführung der Untersuchungen war folgende:

Die beiden Proben wurden bei 110° C. bis zum konstanten Gewicht getrocknet. Hiebei zeigten sie sich hygroskopisch, weshalb die Wägungen unter Anwendung besonderer Massregeln erfolgen mussten. Durch die darauffolgende Behandlung mit verdünnter Salzsäure wurden die Carbonate zersetzt und ein Teil des Thons ging in Lösung, während die grössere Menge desselben, ebenso wie aller Quarz und der Glimmer resp. andere Silicate intakt blieben. Um in diesem ungelösten Rückstande den Thon und Glimmer zu bestimmen, wurde jener mit conc. Schwefelsäure, unter Zufügen von wenig Wasser, ungefähr 10 Stunden nahe dem Siedepunkt der Schwefelsäure erhitzt. Hiedurch ist der Thon vollständig aufgeschlossen worden, während Quarz und Glimmer nicht angegriffen wurden. Nach dem Entfernen der überschüssigen Schwefelsäure und Ausziehen der Masse mit Wasser gingen alle basischen Bestandteile des Thons in Lösung, während die Thonkieselsäure neben Glimmer und Quarz zurückblieb. Durch eine Behandlung dieses Rückstandes mit 5%iger Sodalösung konnte die Thonkieselsäure getrennt und hierauf gesondert bestimmt werden.

Das Gemenge, aus Quarz und Glimmer bestehend (letzterer war schon makroskopisch erkennbar), welches die Sodalösung nicht verändert hatte, wurde mit Soda geschmolzen und so aufgeschlossen. Aus der hiebei gefundenen Menge Al_2O_3 ist der Glimmer nach der Formel: $6\,SiO_2.3\,Al_2O_3.2\,MgO.K_2O$ berechnet worden.

Zieht man die Glimmerkieselsäure von der unlöslichen Gesamt-

kieselsäure ab, so erhält man den Quarz. Die vorstehende Methode kann, in Hinsicht auf ihre Anwendung zur Ermittlung der mineralischen Bestandteile in den Schlammproben, deshalb nicht Anspruch auf sehr grosse Genauigkeit erheben, weil die Abtrennung der Thonkieselsäure vom Quarz mit 5%iger Sodalösung keine vollkommen exakte ist und ferner, weil die Zusammensetzung des Glimmers überhaupt eine andere sein kann, als die der Berechnung zu Grunde gelegte.

Unter allen Umständen gestattet aber die Methode sehr wohl eine Vergleichung beider Proben. Würden letztere unter einander grosse Verschiedenheiten aufweisen, so müssten sie, nach der gleichen Methode verarbeitet, auch wesentlich verschiedene Resultate liefern. Dies ist jedoch, wie aus den nachfolgenden Belegen (Analysen UI und WI) hervorgeht, thatsächlich nicht der Fall.

Zur weiteren Bestätigung hievon wurden zwei neue Mengen der beiden Schlammproben vor dem Gebläse stark geglüht. Dabei entweicht die Kohlensäure, das Wasser und etwa vorhandene organische Substanz, während der ursprünglich an die Kohlensäure gebunden gewesene Kalk und die Magnesia zersetzend auf die Silicate einwirken können. Nach diesem Verfahren stellte sich das Verhältnis des durch Säure löslichen Teils zum säureunlöslichen Teil bei beiden Proben als nahezu gleich heraus. (Analysen UII und WII.)

Die Prüfung auf seltene Metalle (Cer und Zirkon) und diejenige auf Fluor, Chlor und Bor liess gleichfalls keine Unterschiede zwischen beiden Schlammarten hervortreten. Es wurden nun ausserdem noch je 50—60 Gr. der Schlammproben mit Wasser geschlemmt und der erhaltene Rückstand mit Salzsäure angesäuert, um die Carbonate zu zersetzen. Hiebei entwickelte sich deutlich Schwefelwasserstoff, woraus, da Kupfer nachgewiesen war, auf einen geringen Gehalt an Pyrrhotin geschlossen wurde.

Die angesäuerte Masse ist neuerdings geschlemmt und der Rückstand unter dem Mikroskop untersucht worden. Es gelang dabei nicht, etwas zu entdecken, was bei den Analysen UI und WI etwa übersehen worden wäre, im Gegenteil, es konnte nicht einmal irgend ein Titanmineral beobachtet werden, während durch die Analysen Titan unzweideutig nachgewiesen und quantitativ bestimmt worden war.

Ui.

Im Urnerseeschlamm, bei 110° C. getrocknet, in % gefunden:

Anteil	Bestandteil	%
37,23 % löslich in HCl.	SiO_2	0,14
	TiO_2	0,12
	Al_2O_3	3,16
	Fe_2O_3	3,23
	P_2O_5	0,31
	CaO	16,01
	MgO	1,37
	CO_2	12,50
	Cu	0,14
	Fe	0,10
	S	0,15
22,71 % löslich in H_2SO_4, resp. 5%iger Sodalösung	SiO_2	13,86
	Al_2O_3	6,29
	Fe_2O_3	1,80
	CaO	0,24
	MgO	0,52
39,94 %	SiO_2	27,15
	Al_2O_3	1,86
	Fe_2O_3	0,64
	CaO	0,21
	MgO	0,01
	TiO_2	1,16
	K_2O	2,42
	Na_2O	0,96
	Glühverlust:	5,53
		99,88

Wi.

Im Vierwaldstätterseeschlamm (Muottabecken) bei 110° C getrocknet, in % gefunden:

Anteil	Bestandteil	%
40,67 % löslich in HCl.	SiO_2	0,28
	TiO_2	0,29
	Al_2O_3	4,58
	Fe_2O_3	0,17
	P_2O_5	0,29
	CaO	18,50
	MgO	1,56
	CO_2	14,66
	Cu	0,07
	Fe	0,14
	S	0,13
26,15 % löslich in H_2SO_4, resp. 5%iger Sodalösung	SiO_2	16,81
	Al_2O_3	7,61
	Fe_2O_3	1,43
	CaO	0,10
	MgO	0,20
33,09 %	SiO_2	22,03
	Al_2O_3	1,31
	Fe_2O_3	1,01
	CaO	0,17
	MgO	0,12
	TiO_2	0,65
	K_2O	2,19
	Na_2O	0,61
	Glühverlust	5,00
		99,91

Im Urnerseeschlamm, bei 110° C. getrocknet, auf 100 Teile berechnet.

Bestandteil	Teile
SiO_2	41,20
Al_2O_3	11,32
TiO_2	1,28
Fe_2O_3	5,68
P_2O_5	0,31
CaO	16,48
MgO	1,90
	78,17

Im Muottabeckenschlamm, bei 110° C. getrocknet, auf 100 Teile berechnet.

Bestandteil	Teile
SiO_2	39,16
Al_2O_3	13,51
TiO_2	0,94
Fe_2O_3	2,61
P_2O_5	0,29
CaO	18,80
MgO	1,88
	77,19

Im Urnerseeschlamm, bei 110° C. getrocknet, auf 100 Teile berechnet.

Uebertrag	78,17
CO_2	12,52
K_2O	2,42
Na_2O	0,96
Cu	0,14
Fe	0,10
S	0,15
Glühverlust	5,54
	100,00

Im Muottabeckenschlamm, bei 110° C. getrocknet, auf 100 Teile berechnet.

Uebertrag	77,19
CO_2	14,67
K_2O	2,19
Na_2O	0,61
Cu	0,07
Fe	0,14
S	0,13
Glühverlust	5,00
	100,00

Im Urnerseeschlamm, bei 110° C. getrocknet, gefunden:

		%
löslich in HCl, resp. H_2SO_4, resp. 5%iger Sodalösung.	$CaCO_3$	28,41
	Pyrrhotin	0,39
	H_2O	2,44
	Thon $Al_2O_3\ 2SiO_2 2H_2O$	37,49
	Glimmer	6,27
	Quarz	23,60
	TiO_2	1,28
		99,88

Im Muottabeckenschlamm, bei 110° C. getrocknet, gefunden:

	%	
$CaCO_3$	33,21	löslich in HCl, resp. H_2SO_4, resp. 5%iger Sodalösung.
$MgCO_3$	0,10	
Pyrrhotin	0,34	
H_2O	1,46	
Thon	36,96	
Glimmer	5,61	
Quarz	21,29	
TiO_2	0,94	
	99,91	

Dasselbe auf 100 Teile berechnet:

löslich in HCl, resp. H_2SO_4, resp. 5%iger Sodalösung.	$CaCO_3$	28,44
	Pyrrhotin	0,39
	H_2O	2,44
	Thon	37,54
	Glimmer	6,28
	Quarz	23,63
	TiO_2	1,28
		100,00

Dasselbe auf 100 Teile berechnet:

$CaCO_3$	33,24	löslich in HCl, resp. H_2SO_4, resp. 5%iger Sodalösung.
$MgCO_3$	0,10	
Pyrrhotin	0,34	
H_2O	1,46	
Thon	36,99	
Glimmer	5,62	
Quarz	21,31	
TiO_2	0,95	
	100,00	

Un.

Im Urnerseeschlamm, geglüht, gefunden:

37,66 % löslich in HCl.	SiO_2	—
	TiO_2	0,15
	Al_2O_3	11,70
	Fe_2O_3	5,14
	P_2O_5	0,38
	CaO	18,41
	MgO	1,88
		37,66

Wn.

Im Muottabeckenschlamm, geglüht, gefunden:

SiO_2	—	40,60 % löslich in HCl.
TiO_2	0,36	
Al_2O_3	13,78	
Fe_2O_3	2,00	
P_2O_5	0,13	
CaO	22,35	
MgO	1,98	
	40,60	

U II.

Im Urnerseeschlamm, geglüht, gefunden:

61,02 % nicht löslich in HCl.

Uebertrag	37,66
SiO_2	50,20
Al_2O_3	2,10
TiO_2	1,41
Fe_2O_3	1,96
P_2O_5	—
CaO	0,74
MgO	0,02
K_2O	2,95
Na_2O	1,17
Cu	0,17
Fe	0,12
S	0,18
	98,68

Im Urnerseeschlamm, geglüht, für 100 Teile berechnet:

SiO_2	50,87
Al_2O_3	13,99
TiO_2	1,58
Fe_2O_3	7,20
P_2O_5	0,39
CaO	19,41
MgO	1,93
K_2O	2,98
Na_2O	1,18
Cu	0,17
Fe	0,12
S	0,18
	100,00

Urnerseeschlamm, geglüht, auf bei 110° C. getrocknete Substanz umgerechnet:

SiO_2	41,70
Al_2O_3	11,46
TiO_2	1,29
Fe_2O_3	5,89
P_2O_5	0,31
CaO	15,91
MgO	1,57
Uebertrag	78,13

W II.

Im Muottabeckenschlamm, geglüht, gefunden:

59,21 % nicht löslich in HCl.

Uebertrag	40,60
SiO_2	48,69
Al_2O_3	3,02
TiO_2	0,81
Fe_2O_3	1,25
P_2O_5	—
CaO	1,18
MgO	0,36
K_2O	2,72
Na_2O	0,76
Cu	0,09
Fe	0,17
S	0,16
	99,81

Im Muottabeckenschlamm, geglüht, für 100 Teile berechnet:

SiO_2	48,78
Al_2O_3	16,84
TiO_2	1,17
Fe_2O_3	3,25
P_2O_5	0,13
CaO	23,58
MgO	2,34
K_2O	2,73
Na_2O	0,76
Cu	0,09
Fe	0,17
S	0,16
	100,00

Muottabeckenschlamm, geglüht, auf bei 110° C. getrocknete Substanz umgerechnet:

SiO_2	39,19
Al_2O_3	13,52
TiO_2	0,94
Fe_2O_3	2,62
P_2O_5	0,10
CaO	18,94
MgO	1,88
Uebertrag	77,19

Urnerseeschlamm, geglüht, auf bei 110° C. getrocknete Substanz umgerechnet:		Muottabeckenschlamm, geglüht, auf bei 110° C. getrocknete Substanz umgerechnet:	
Uebertrag	78,13	Uebertrag	77,19
K_2O	2,45	K_2O	2,19
Na_2O	0,97	Na_2O	0,61
Cu	0,14	Cu	0,07
Fe	0,10	Fe	0,14
S	0,15	S	0,13
Glühverlust	18,06	Glühverlust	19,67
	100,00		100,00

Zürich, Mai 1899. B. Schudel.

Die mitgeteilten Untersuchungen der Herren Früh, Grubenmann und die Analysen des Herrn Dr. Schudel veranlassen mich noch zu folgenden Betrachtungen:

Das Sammelgebiet für den im Urnerseebecken des Vierwaldstättersee zur Ablagerung gelangenden Schlamm besteht zu zirka $^2/_3$ seiner Grundfläche aus krystallinischen Silicatgesteinen (krystalline Schiefer und alte Eruptivgesteine). Die Gletscher des Gebietes reiben, mit Ausnahme vom Hüfigletscher und Urirothstockgletscher, ganz auf krystallinen Silicatgesteinen. Das letzte Dritteil der Sammelfläche des Urnerbeckens wird aus den Kalk-, Kieselkalk- und Thonschiefergesteinen der Jura-, Kreide- und Eocaensedimente gebildet.

Das Sammelgebiet für das Muottabecken des Vierwaldstättersee, d. h. also des Stückes Seeboden vom Muottadelta bis zur unterseeischen Quermoräne, ist das Muottagebiet. Dasselbe ist zu mehr als $^9/_{10}$ seiner Fläche aus den Kalk-, Kieselkalk-, Mergel- und Thonschichten der Jura- und Kreideschichten, zu einem kleinen Teil aus eocaenen Mergel- und Thonschiefern gebaut. Die Molassegebilde kommen für die mechanischen Absätze in diesem Seeteil gar nicht in Betracht, denn deren Schlammprodukte bleiben im Lowerzersee liegen.

Es gehört also das Urnerseesammelgebiet weitaus zum grössten Teil den krystallinen Silicatgesteinen, das Muottabeckensammelgebiet ausschliesslich den Kalkalpen an.

Sollte man da nicht grosse Unterschiede in den abgeschlemmten und wieder abgesetzten Verwitterungsprodukten erwarten?

Alle die oben mitgeteilten Specialuntersuchungen zeigen, dass die beiden Schlammproben einander ausserordentlich ähnlich sind. Unterschiede sind vorhanden, und sie sind alle in dem erwarteten Sinne vorhanden, aber sie sind dem Betrage nach sehr geringfügig: Im Schlamm aus dem krystallinen Silicatgebirge ist etwas mehr Kieselsäure (SiO_2 : 41,7 statt 39,19) etwas mehr Titansäure (TiO_2 : 1,29 gegen 0,94) mehr Phosphorsäure (P_2O_5 0,31 gegen 0,10) mehr Kali (K_2O 2,45 gegen 2,19), mehr Natron (Na_2O : 0,97 gegen 0,61), Kupfer (Cu : 0,14 gegen 0,07); dagegen etwas weniger Thonerde (Al_2O_3: 11,46 gegen 13,52) weniger Kalk (CaO 15,91 gegen 18,94) Magnesia (MgO 1,57 gegen 1,88).

Das Kalkgebirge ist ja selbst ursprünglich aus vorherrschend krystallinen Silicatgesteinen durch Verwitterung und Absatz der Verwitterungsprodukte entstanden. Die gleichen Substanzen, nur teilweise zu andern Mineralien verbunden, müssen sich auch hier wieder finden. Und wenn nun das Kalkgebirge abermals abwittert, so wird diese zweite Verwitterung an den relativen Mengen und der Gruppierung der Substanz nichts wesentliches mehr zu verändern vermögen. Die selteneren oder dem Quantum nach spärlichen Stoffe wie Titan, Kupfer, Phosphor sind da wie dort vorhanden. Die Vergleichung der beiden Schlammproben zeigt uns also, wie einheitlich die Verwitterung arbeitet und wie sehr sie schliesslich zur Ausgleichung führt. Die grossen Differenzen z. B. im Gehalt von Kieselsäure, Kalk und Thon, die wir in den verschiedenen Sedimenten finden, sind weniger durch ungleiche Verwitterungsprodukte primärer Gesteine bedingt, als vielmehr bloss durch die örtliche Sonderung im Absatz je nach Umständen und Entfernung vom Ort der Abspühlung. Unsere beiden Schlammproben sind zu ihren zugehörigen Ursprungsgebieten ganz ähnlich gelegen und stellen deshalb analoge Absätze der Verwitterungsprodukte dar. Krystalline Silicatgesteine und kalkige Sedimentgebirge können ganz analoge Sedimente durch Abwitterung und Regeneration liefern, und es wird sehr schwierig sein, von irgend einem recht feinen Mergel oder Thon zu entscheiden, ob er durch erstmalige Verwitterung krystalliner Silicatgesteine oder durch Abspülung von kalkigen Sedimenten nach zwei oder mehrfachem

Kreislauf der Substanz sein Material bezogen hat. Bei weniger fein geschlemmten Produkten hingegen werden einzelne gröbere Partikel- oder gar Geröllenschlüsse stets über diese Frage entscheiden können.

Petrographisch und chemisch ist unser Schlamm vom Grunde des Vierwaldstättersees als ein kalkreicher Thon oder ein Thonmergel zu bezeichnen. Gesteine ganz ähnlicher Zusammensetzung finden sich sehr häufig unter den marinen wie den in Süsswasser gebildeten Sedimenten verschiedensten Alters.

Weitaus der grösste Teil des Schlammabsatzes muss als mechanisches Sediment gedeutet werden. Sowohl die chemische Zusammensetzung als besonders die mikroskopische Untersuchung haben dies ergeben. Frisch ausgebildete doppelspitzige Quarzkryställchen sind sehr selten, und wo vorhanden, wahrscheinlich durch chemische Umsetzungen klastischen Materiales gebildet. Reichlicher sind die Calcitrhomboederchen. Aber auch diese scheinen durchaus nicht so massenhaft zu sein, dass wir alles Calciumcarbonat des Schlammabsatzes als chemischen Niederschlag auffassen dürften. Wir kommen somit zu dem Schlusse, dass wohl wenigstens 85 bis 90% des Vierwaldstätterseeschlammes klastischer Natur ist und nur etwa 10% chemischer Niederschlag von Calcit und wenigen andern Verbindungen. Zu dem klastischen Niederschlag zählen wir auch die organischen Reste, unter welchen die Diatomeenschälchen wohl die bedeutsamsten sind. Gewiss ist die Ausscheidung ihrer Kieselsäure ursprünglich durch organisch chemischen Vorgang bedingt, allein sie sind nicht da, wo wir sie jetzt im Schlamme finden, entstanden, sondern nur hier deponiert. Vielleicht ist der chemische Absatz im Vierwaldstättersee nicht geringer, als in manchen Wasserbecken, in denen sich vorherrschend aus chemischer Lösung Seekreide abscheidet; allein der mechanische Absatz ist hier eben viel grösser, so dass er weit überwiegt. Die Chitinschalen der Planktonkrebschen liessen sich im Vierwaldstätterseeschlamm kaum entdecken. Sie fehlen auch im Schlammabsatz des Zürichsees, so massenhaft sie im Wasser lebend getroffen werden. Ob diese Schälchen vorweg in der Tiefe wieder aufgelöst werden, ob sie von andern Tieren gefressen werden, oder was der Grund dafür sein mag, weiss ich nicht.

Nachschrift.

Die am 7. April 1898 geleerten Schlammsammelkasten wurden sofort wieder versenkt, um die Beobachtungen der Schlammablagerung noch eine Reihe von Jahren ununterbrochen fortsetzen zu können. Im Frühjahr 1899 wollte ich sie wieder heben. Allein zweimal, da wir bereits mit dem ganzen Hebeapparat im Schiff auf dem See waren, trat so starker Wind ein, dass an einen guten Erfolg nicht gedacht werden konnte. Man muss die Schlammsammelkasten bei ganz ruhigem See heben, sonst wird der Schlamm durch die Wellenbewegung des Schiffes in den letzten paar Metern, da der schwere Kasten im Wasser gehoben wird, aufgewühlt und geht ins Wasser zum Teil verloren. Erst nach Schluss der Sommertrübung des Sees, nämlich erst am 12. September 1899, konnte ich an die Hebung der Kasten gehen. Am Fledermauseggen im Urnersee war das Kabel nicht mehr zu finden, während mein Schiffmann es noch 14 Tage früher intakt gesehen hatte. Es muss von jemandem abgelöst worden sein, vielleicht in der Absicht, sich das Kupfer anzueignen — aber, sobald vom Fels losgebunden, hat sich wohl der Draht durch sein Gewicht den Händen des Unberechtigten entrissen und ist zur Tiefe abgesunken. Mittelst Schleppangeln ihn am Seegrunde doch wieder aufzufangen, ist vergeblich versucht worden. Im Muottabecken war die Bindung unverletzt. Hier hoben wir den Kasten ohne Schwierigkeit.

Er hatte nun zwei Sommer unten gestanden. Er wäre überfüllt, falls hier der Schlammabsatz so bedeutend gewesen wäre, wie 1897 auf 1898. Allein diesmal erwies er sich bescheiden. Aller Schlamm wurde zur näheren Bestimmung sorgfältig gesammelt, der Kasten gereinigt und abermals an gleicher Stelle versenkt. Die Prüfung des Schlammes ergab folgendes:

Mächtigkeit der frischen nassen Schlammschicht, gebildet vom 7. IV. 1897 bis 22. X. 1899 durchweg 15 mm. Der Schlamm fest und zähe gelagert, enthielt einige Buchenblätter.

Die Gesamtschlammasse, abgesetzt auf einer Fläche von 2704 cm^2, betrug in frischem nassem Zustande 3125 cm^3 und gewogen 4195 gr. (gegenüber 34230 gr. vom April 1897 bis April 1898), das specifische Gewicht des frischen Absatzes betrug

1,344. Getrocknet wiegt der Schlamm noch 1917 gr. Es ergiebt sich daraus:

Frisch nass: Dicke der Schlammschicht des Jahres 11,5 mm.
Absatz auf jedem cm^2 . . . . . . 1,55 gr.
Getrocknet: Absatz auf jedem cm^2 . . . . . . 0,71 gr.

Beim Austrocknen schwindet das Gewicht auf 45,7% zusammen — in der vorangegangenen Niederschlagsperiode ging es bloss auf 56,4% zurück. Der Schlamm war also zudem diesmal weniger dicht gelagert als 1897/1898, wahrscheinlich, weil für einen grossen Teil desselben noch kein Winter der Ruhe darüber hinweggegangen war, sondern der Absatz als sehr frisch anzusehen ist. Damals fand ich das specifische Gewicht des nassen Schlammes zu 1,58, jetzt zu 1,344.

Da die Schlammabsatzfläche des Muottabeckens des Vierwaldstättersees 2,125 km^2 beträgt, so sind in den zwei Sommern 1898 und 1899 hier abgesetzt worden 24560 m^3 oder zirka 33000 Tonnen nassen, frischen Schlammes vom specifischen Gewicht 1,344. Das macht als festes Gestein gedacht zirka 7400 m^3.

Unsere frühere Vermutung, dass der übermässige Absatz im Muottabecken des Vierwaldstättersees 1897/1898 durch besondere vorübergehende Ursachen bedingt sein möchte, ist somit bestätigt. Der Schlammabsatz von zwei Sommern im Muottabecken ist diesmal geringer, als derjenige in einem Sommer der früheren Periode im Urnerseebecken. Leider fehlt uns der gleichzeitige Absatz im Urnerbecken zum Vergleiche. Wir sind zu dem für die Fortsetzung der Beobachtungen nicht gerade sehr tröstlichen Resultate gekommen, dass die verschiedenen Jahrgänge im Schlammniederschlag am Seegrunde sehr ungleich ausfallen können, und dass somit die Beobachtungen durch eine längere Reihe von Jahren fortgesetzt werden müssen, wenn man durch die Unregelmässigkeiten hindurch die Regel klar sehen und herausschälen will. Die Untersuchungen werden fortgesetzt, womöglich auch auf andere Seen ausgedehnt, und nach einigen Jahren werde ich an dieser Stelle über die weiteren Ergebnisse berichten.

Geologische Nachlese.

Von

Albert Heim.

Nr. 11.

Ueber das Eisenerz am Gonzen, sein Alter und seine Lagerung.

(Hiezu Tafel VII.)

Auf Wunsch der Herren Neher & Cie., Besitzer des jetzt ausser Betrieb stehenden Eisenbergwerkes am Gonzen (ursprünglich Gunze) bei Sargans, unternahm ich Ende September 1899 eine Untersuchung des Gebietes auf die Frage hin, wie weit das Erzlager sich noch erstrecken möchte. Bei dieser Gelegenheit ergaben sich einige Resultate, welche, wenigstens für die Geologie der Schweizeralpen, ein allgemeineres Interesse beanspruchen. Ich will sie hier deshalb mitteilen. Von Publikationen über das Erzlager am Gonzen sind zu nennen Notizen in Studers „Geologie der Schweiz“ und Heers „Urwelt der Schweiz“, ferner in Kenngotts „Minerale der Schweiz“ (pag. 283—294), sodann ein Aufsatz von David Wiser im „Neuen Jahrbuch für Mineralogie“ etc., von Leonhard und Bronn 1842, pag. 508—509, ferner: J. C. Deicke, „Geschichtliche Notizen über das Eisenbergwerk des Gonzen bei Sargans“ in St. Gallische Blätter für Unterhaltung und Belehrung 1863, Nr. 1. Endlich im „Bericht über die Thätigkeit der St. Gallischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft“ 1875—1876 „Das Bergwerk am Gonzen, A. Geschichte und Betrieb von B. Zweifel, B. Geognostische Verhältnisse von A. Gutzwiller.

Was in diesen Publikationen sich über das historische oder über die mineralische Zusammensetzung des Erzlagers findet, will ich nicht wiederholen. Dagegen nur zwei Fragen behandeln, welche durch meine Untersuchung klarer als bisher gelegt werden konnten.

Es betrifft dies das Alter des Erzlagers und sodann seine merkwürdigen Lagerungsverhältnisse.

A. Oberjurassisches Alter des Gonzenerzes.

In allen bisherigen Publikationen, die sich über die stratigraphische Stellung oder das Alter des Eisenerzlagers am Gonzen aussprechen, ist dasselbe für eine besonders erzreiche Ausbildung des sogenannten Blegioolithes, d. h. des Eisenoolithes am Blegisee (Glärnisch) gehalten worden, welcher Eisenoolith durch reiche Petrefaktenfunde als der Repräsentant fast des ganzen obern Dogger, insbesondere der Zone des Ammonites Parkinsoni samt dem Bathonien nachgewiesen ist. Auch Bachmann (Juraformation im Kt. Glarus in Mitt. naturf. Gesellsch. in Bern 1863; pag. 156) nimmt das Gonzenerz in den Dogger. Unter dem Dogger-Eisenoolith liegt durchweg in den schweizerischen Central- und Ostalpen die Pentacrinitenbreccie mit Am. Humphriesianus und Am. Sowerbyi, darüber aber fehlt das Callovien, und es folgt in scharfer Abgrenzung der Malm und zwar in den St. Galler-, Nordwest-Graubündner-, Glarner- und Urneralpen gleich der fleckige Schiltkalk mit Aargovianpetrefakten, im Berner Oberland zum Teil zuerst die Oxfordschiefer. Der Dogger-Eisenoolith hat meistens nur 0,2 bis 1 m. Mächtigkeit. Er bildet aber einen sehr konstanten Horizont. Am Erzegg (zwischen Melchseealp und Gentthal) erreicht er 2½ m. Ihm gehören die ehemaligen Ausbeutungsstellen der Guppenalp am Glärnisch, zwischen den Windgällen, an der Erzegg, im Lauterbrunnenthal etc. an. Wo er stark gequetscht ist, wie vielerorts in der Tödigruppe, an den Windgällen, an den Wetterhörnern, sind die Oolithkörner zu flachen Linsen zerdrückt und das Gestein von flimmernden, kleinen, durch Stauung neugebildeten Magnetitkryställchen ganz durchsetzt. Wo er nicht dynamometamorph auftritt, ist er mehr Hämatitoolith geblieben. Die Eisenoolithkörner liegen in Kalkstein als Grundmasse, bald vereinzelt und spärlich, bald so dicht, dass sie sich berühren. Niemals tritt dichtes Erz auf.

Meine Untersuchung am Gonzen hat nun ergeben, dass das dortige Eisenerz nicht dem Dogger angehört, dass es ganz anderer Natur und jünger ist. Die Beweise dafür liegen in folgenden drei Dingen:

1. Die Beschaffenheit des Erzes weicht vollständig vom Parkinsoniolith ab. Das Gonzenerz ist in der Hauptmasse ein dichtes Roteisenerz oder Magneteisenerz; beide Erzarten sind oft innig gemischt, 50 bis 60 % Eisen enthaltend, es hat niemals und nirgends oolithische Struktur, es enthält sehr oft Einsprenglinge und Schnüre von Pyrit und ist manchmal von Manganerzen begleitet, während Pyrit und Manganerze dem Parkinsoniolith fehlen. Das Gonzenerz hat nur sehr spärlich Petrefakten und zwar fast nur Ammoniten, während der Parkinsoniolith meistens voll Belemniten, Bivalven, Gasteropoden und Ammoniten steckt.

Bei dieser Gelegenheit will ich beiläufig noch erwähnen, dass das Erzlager am Gonzen ausser dichtem Hämatit und Magnetit, welche die Hauptmenge ausmachen, auch noch folgende Mineralien aufweist (Notizen aus Eschers Tagebuch und aus den eingangs citierten Arbeiten von Wiser und Gutzwiller): Pyrit, Jaspis, Thon, Quarz, Calcit, in weit spärlicheren Mengen Baryt, Eisenglanz, Fluorit, Chlorit, sodann aber Manganerze und zwar Hausmannit, Rhodochrosit, Wiserit. Die Manganerze erscheinen oft als ein eigenes, die Eisenerze begleitendes Lager, das in Grube II zeitweise „4 bis 5'“ Mächtigkeit gehabt haben soll. Kenngott citiert (Minerale der Schweiz pag. 291) sogar Hausmannit vom Gonzen als Versteinerungsmittel eines Ammoniten.

An manchen Stellen, so z. B. im Hintergrund der Grube II, besteht das Lager wohl zu 90 % aus dichtem Magnetit, an anderen, z. B. an manchen Stellen von Grube I, grösstenteils aus dichtem Hämatit, an wieder andern Stellen auch in Grube I, ist es ein dichtes Gemenge von Kalkstein mit Hämatit in wechselnden Mischungen. An solchen Stellen wird dann meistens das Lager auch mächtiger als 1½ Meter. Der durchschnittliche Eisengehalt des Flötzes liegt wohl über 50 %, und steigt stellenweise über 60 %.

2. Die Lagerung verweist das Gonzenerz in den Hochgebirgskalk (Malm) hinein. Zunächst suchte ich beim Wasserreservoir ob Sargans bei verkehrter Schichtlage den Parkinsoniolith über dem Malm vergeblich. In den guten Aufschlüssen folgen über dem Oxford- oder dem Schiltkalk entsprechenden Schiefern die Pentacrinusbreccien und dann die eisensandsteinig-knolligen Schiefer der Zone des Am. Murchinsonae ohne typisch fleckigen Schiltkalk

und ohne Eisenoolith. Im Gonzenwald, unter den Bergwerken, bei zirka 1000 m. Meerhöhe ist eine gute Schichtfolge in normaler Reihenfolge entblöst, in welcher über den Eisensandsteinen und Schiefern Pentacrinusbreccie, darüber Oxfordschiefer, schiefrig fleckiger Schiltkalk und dann Hochgebirgskalk folgt, ohne Eisenoolith dazwischen. Im Pflastertobel, an der Westseite des Gonzen hinaufkletternd, findet man unten erst normal, dann verkehrt, dann bei über 1000 m. Meerhöhe wiederum normal die Grenzregion von Dogger und Malm. Auch hier fehlt der Parkinsonioolith ganz und der Schiltkalk ist stark schiefrig und wenig typisch. Ueber dem Eisensandstein und Schiefer des unteren Dogger, die hier mächtig entwickelt sind und bereits dünne Bänke von Echinodermenbreccien enthalten, folgt bei normaler Schichtfolge in kompakter, wohl 15 bis 20 m. mächtiger Wand die Pentacrinusbreccie (Schichten des Am. Humphriesianus und Am. Sowerbyi), darüber Oxfordschiefer, etwas fleckige, schiltkalkartige Schiefer und dann der blauschwarze splitterige Hochgebirgskalk. Am Gonzen konnte ich nirgends den Parkinsonioolith finden, obschon es an Aufschlüssen nicht fehlt, die ihn zeigen müssten, wenn er vorhanden wäre. Er geht offenbar nicht so weit nach Nordosten. Die nächsten Stellen, wo wir ihn in guter Ausbildung kennen, sind gegen Süden Calanda (Umgebung von Vättis) gegen Osten Mürtschenstock.

In allen vier Gruben am Gonzen habe ich den Fels über und unter dem Erzlager ungezählte Male angeschlagen und stets im Hangenden wie im Liegenden nur typischen, festen, scharfkantig splitternden, grauen, echten Hochgebirgskalk gefunden. Bei der Grube I, in der Umgebung des Knappenhauses, sieht man nach einigem Herumklettern bald, dass hier bei normaler Lagerung die Hochgebirgskalkmassen des „Schreiberskopf" unter das Erzlager gehen, während die Wände der Gemsweid darüber liegen. Am oberen Ausgang der Grube I tritt man aus dem Erzlager an die Wand hinaus und hat da zirka $^1/_3$ der mächtigen Malmwand unter sich, $^2/_3$ über sich. Das Erzlager in der Grube II sticht total in den Hochgebirgskalk hinein, während die Region, wo der Dogger-Eisenoolith sein könnte, weit unten zurückbleibt. Bei Grube III und IV sieht man wiederum Malmwände unter und Malmwände über dem Erzlager, kein Dogger in der Nähe. Von Grube III gegen „Abliswerk", eine kleine, tiefer liegende Schürfung, fällt

die Erzbank konkordant zwischen den Hochgebirgskalkbänken herab. Ueberall also erweist sich das Erzlager vom Dogger durch einen Komplex von zirka 100 m. Hochgebirgskalk getrennt. Es liegt nicht im Dogger, nicht an der Basis des Malm, sondern mitten in demselben. Ueberall, trotz der wechselvollsten Lagerung, erweist sich das Erzlager des Gonzen nicht als Gang, sondern als Flötz, als echte sedimentäre marine Schicht, konkordant eingelagert im Hochgebirgskalk, teilnehmend an allen Dislokationen, die den letzteren betroffen haben.

3. Die Petrefakten des Gonzenerzes waren nun einer genauen Revision zu unterziehen. Mösch citiert in Lieferung XIV der „Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz" sechs Species Ammoniten vom Gonzen mit Namen, die dem Parkinsoni-Horizont entsprechen. Zwei dieser Stücke fanden sich, von Möschs Hand etikettiert, in unserer Sammlung vor. Das eine kann nach dem Gestein nicht aus dem Eisenerz des Gonzen stammen, es liegt in Eisenoolith, das andere, von Mösch als Perisph. gracilis bestimmt, ist ohne Phantasie unbestimmbar. Die andern vier sind unkontrollierbar, weil Mösch, wie so oft, auch hier verschweigt, wo die Stücke deponiert seien. Ich suchte nun alles zusammen, was unsere Sammlungen enthalten. Diese Stücke, obschon ohne oolithische Struktur, waren eingeordnet im Dogger. Sodann erlaubte Herr Direktor Dr. Wartmann in St. Gallen eine nähere Prüfung der im dortigen Museum enthaltenen Petrefakten vom Gonzen. Herr Oskar Neher in Plons war so freundlich, mir die in seinem Besitz und im Besitz einiger anderer Privatpersonen der Gegend befindlichen Petrefakten aus dem Gonzenerz leihweise zu überlassen. Schon auf den ersten Blick sah ich, dass die typischen Ammoniten des Parkinsonioolithes fehlten, dagegen Perisphincten von Malm-Habitus vorhanden sind. Unter allen den Stücken befand sich kein einziges anderes Petrefakt, als nur Ammoniten. Indessen durfte ich nicht wagen, selbst ein endgültiges Urteil zu fällen. Vielmehr ersuchte ich Hrn. Dr. L. Rollier als Specialkenner jurassischer Ammoniten, die Prüfung der Petrefakten aus dem Eisenerz des Gonzen zu übernehmen. Ich lasse hier seinen Bericht folgen:

Notice sur les Cephalopodes du minerai de fer du Gonzen (St. Gall).

Parmi les 14 débris organiques examinés que l'on peut rapporter sûrement à l'ordre des Ammonidés j'ai reconnu seulement le genre *Perisphinctes* sur six échantillons les mieux conservés. Le reste peut être rapporté à d'autres genres voisins (*Parkinsonia*, *Reineckeia* etc.), tout aussi bien qu'à ce dernier, mais il n'y a rien de caractéristique en eux soit en faveur du Malm soit en faveur du Dogger. Il ne reste donc de décisif que ces six échantillons qui sont certainement des *Perispinctes* du Malm moyen (Argovien-Séquanien) dont les formes analogues sont décrites de Crussol (*Fontannes:* 2 vol.) et du Portugal (*Choffat:* Ammonites du Lusitanien). En général on voit trop régulièrement la bifurcation des côtes et la forme arrondie des tours, pour pouvoir déterminer autre chose que des Perisphinctes du Malm moyen.

Voici les espèces reconnues ou affines de celles que j'ai eu à examiner:

Perisphinctes cfr. *Dybowskii* Siemid. (Argov. inf. de Pologne).
Perisphinctes cfr. *Mogosensis* Choffat (Argovien sup. du Portugal).
Perisphinctes cfr. *Ardescicus* Fontannes (Séquanien de Crussol).
Perisphinctes cfr. *unicomptus* Fontannes (Séquanien de Crussol).

Du Musée de St. Gall, un exemplaire incomplet, mais bien reconnaissable:

Perisphinctes stenocyclus Fontannes (Château de Crussol). Cet exemplaire communiqué par M. le Dr. Wartmann, Directeur, se trouvait dans la collection minéralogique du Musée de St. Gall avec d'autres échantillons de minerai de fer du Gonzen. J'ai vu également au Musée de cette ville l'exemplaire déterminé par Mösch comme *Ammon. arbustigerus* d'Orb. et cité par M. Gutzwiller (Bericht St. Gallen, 1875/1876, pag. 191), qu'on reconnaît bien à son état de conservation. Ce sont deux moitiés d'un même fragment de minerai qui s'est cassé par le plan d'enroulement d'un Ammonidé à croissance lente. C'est tout ce qu'on peut voir sur ces fragments. Ce n'est sûrement pas l'espèce citée de d'Orbigny, qui est au contraire à croissance assez rapide. Cette détermination, comme toutes celles d'espèces du Dogger pour le gisement du Gonzen, doivent être supprimées, car les espèces que nous venons de passer en revue sont bien certainement du Malm.

Zurich, Novembre 1899. L. Rollier.

Es ist somit festgestellt, dass bisher aus dem Gonzenerz keine Doggerpetrefakten in unsern Sammlungen liegen, sondern dass die wirklich im Gonzenerz gefundenen Ammoniten ohne Ausnahme, soweit sie überhaupt bestimmbar sind, nicht dem Dogger, sondern dem mittleren Malm — Argovien und Séquanien — angehören.

Das Eisenerzlager des Gonzen, im mittleren Malm gelegen, ist eine sehr eigentümliche Erscheinung ganz für sich. Nirgends sonst in den Alpen oder im Juragebirge ist ein analoges Vorkommnis bekannt. Es ist ganz sicher, dass der Malm am Mürtschenstock, Walenstadterberg, Calanda etc. keine Spur von Eisenerz enthält, so wenig hier wie weiter westlich oder südlich in den Alpen. Auch am Gonzen selbst ist das Eisenerzlager nicht weit herum zu finden. Der Hochgebirgskalk unter Vorder-Spina, sowie die Malmwand unter dem Tschuggen, oder die Malmwand von Sargans, alle in kaum 1 km Distanz vom Gonzengipfel, haben kein Erzlager mehr. In der Malmwand unter Follewald, zirka 500 m westlich vom Gonzengipfel, nennt die Karte „Erzlöcher“, man kann aber dort nichts mehr von Erz sehen, und es besteht auch keine Erinnerung an einen Erzfund an dieser Stelle. Auch die noch näher gegen den Gonzen gelegene Malmwand im Pflastertobel unter dem Follewald enthält das Erzlager nicht mehr. Auf der Südseite des Gonzen sehen wir bei „Abliswerk“ die letzten Ausläufer der hier schon stark reduzierten und mehr in vereinzelte linsenförmige Massen sich auflösenden Enden des Erzlagers. Oestlich des Gonzen, bei Gütli Hinteregg, oder im unteren Teil des Schollberges ist Erz nicht mehr gefunden worden.

Das Erzlager des Malm gehört also nur dem Gonzen an und geht nicht über den oberen Teil dieses merkwürdigen Berges hinaus. Dass mitten in einer Tiefmeerbildung von über 500 m Mächtigkeit auf einer Fläche von, abgewickelt gedacht, schon ursprünglich nur 2 bis 4 km^2 ein 1—2 m mächtiges Flötz von dichtem Eisenerz mit pelagisch tiefmeerischen Fossilien sich absetzen kann, ist hier als Thatsache erwiesen. An eine nachträgliche lokale Infiltration von Eisen ist nicht zu denken. Der einschliessende Malm setzt scharf am Erzlager ab, und er enthält keine Spuren von Erzwegen. Wohl aber ist das Erzlager selbst in sich an manchen Stellen deutlich geschichtet, also successive

abgesetzt. Ich bin ausser Stande, mir ein Bild von den Umständen zu machen, welche mitten im Tiefmeer eine lokal so eng umgrenzte fremdartige Bildung ermöglicht haben. Dass zugleich der sonst normale Doggereisenoolith im Gonzen aussetzt, ist wohl nicht in ursächlichem Zusammenhang damit, da der Eisenoolith des Dogger, so viel ich weiss, weiter östlich überhaupt nicht vorhanden ist.

Nachdem meine Beobachtungen mich zu der Ueberzeugung gebracht hatten, dass das Gonzenerz stratigraphisch weit höher als der Parkinsonioolith, nämlich über den untern Dritteil des Hochgebirgskalkes, also etwa in das Sequanien, zu stellen sei, suchte ich in den Reisenotizen von Arnold Escher von der Linth nach und fand hier zu meinem nicht geringen Erstaunen, dass auch Escher das Gleiche schon im Jahre 1838 erkannt hatte. Er schreibt darüber in seinem Reisetagebuch:

„Der Eisenstein, ganz vorwaltend dichter Roteisenstein, hin und wieder mit Schwefeleisen verunreinigt, scheint im Durchschnitt ein zirka 4 Fuss mächtiges Lager im Hochgebirgskalkstein zu bilden, welches wie das Dach und die Sohle 30° Ost fällt (Grube I). In Beziehung auf sein Alter erscheint das Eisenlager des Gonzen als eine grosse Merkwürdigkeit. In dem dunkelblauen Kalkstein nämlich, der dasselbe umschliesst, ist im ganzen Gebiete der schweizerischen Alpen sonst nirgends eine Spur von Eisengehalt bekannt, mit Ausnahme von einzelnen Schwefelkieskonkretionen.“

Wie ist es denn gekommen, dass Heer und Mösch, die doch Eschers mündliche und schriftliche Notizen benutzt haben, ohne weiteres das Gonzenerz zum Parkinsonioolith stellen, und wie ist es gekommen, dass Escher seiner Auffassung von 1838 keine Geltung mehr verschafft hat? Der Paläontolog und Stratigraph war bei Prüfung der nicht gerade schön erhaltenen Eisenerzpetrefakten in einem Vorurteil begriffen und nachdem er erklärt hatte, es seien Ammoniten des Parkinsonioolithes, so wagte, wie so oft, der überbescheidene Escher eine andere Ansicht nicht dagegen geltend zu machen, sondern hielt es von vorne herein für viel wahrscheinlicher, dass der Irrtum auf seiner Seite liege. Er kam später merkwürdiger Weise nie mehr an den Gonzen und fand deshalb leider keine Veranlassung mehr, seine frühere Ansicht zu überprüfen. Escher zeigt sich auch in dieser Sache uns wieder als

der objektivste, scharfblickendste Alpenbeobachter. Vor 62 Jahren stand er hier schon auf derjenigen Erkenntnis, die wir heute, endlich einen lange festgehaltenen Irrtum durchbrechend, wieder erlangt haben. Escher war damals nicht in allen Gruben. Er macht deshalb in seinen Tagebuchnotizen auch keinen Versuch, den Zusammenhang der aufgeschlossenen Erzvorkommnisse zu verstehen.

B. Die Lagerungsverhältnisse am Gonzen.

Der Gonzen ist ein Stück des gewaltigen Gebirgsbogens, der nach Osten zum Teil quer zum sonstigen Verlauf der Alpenketten die Glarner Doppelfalte umzieht, und der schon in den Churfirsten beginnt, sich vom uormalen WSW—ENE-Streichen der Alpen abzubiegen. Ihm sind zugehörig Churfirsten-, Alvier-, Gonzenkette mit NW—SE-Verlauf, Fläscherberg mit N—S, Calanda mit erst N—S dann ENE—SSW-Verlauf. Die Schichtköpfe brechen nach innen gegen die Glarner Doppelfalte ab, die Schichtflächen fallen mantelförmig nach der Aussenseite des Gebirgsbogens ab. In diesem grossen Gebirgsbogen beobachten wir durchweg eine doppelte Faltung und ein doppeltes Streichen. In den tieferen Teilen streichen die Schichten und die Falten wie der Gebirgsbogen, also von Walenstadt bis Sargans von NW nach SE und bei Sargans fast N—S, d. h. quer zum allgemeinen Alpenstreichen. In den oberen Teilen des Gebirgskammes aber finden wir gleichzeitig Falten, welche schief über die tieferen weg, im allgemeinen Streichen der Alpen, von SW nach NE, verlaufen. Gleichzeitig sinken diese oberen Falten gegen NE rasch zur Tiefe ab. Dieses Sinken nach NE entspricht im Grate von den Churfirsten bis an den Gonzen zugleich dem allgemeinen mantelförmigen Aussenabfall des Gebirgsbogens. So kommt es, dass das Streichen der obern Falten häufig mit der Fallrichtung der Rückenschichten des grossen Gebirgsbogens zusammenfällt. Entsprechend diesem starken Sinken der oberen Falten gegen NE ist die Streichrichtung der Falten durchaus nicht identisch mit der lokalen Streichrichtung der Schichten in den verschiedenen Faltenschenkeln. Die Streichrichtung der Schichten in den Faltenschenkeln kann sogar lokal senkrecht auf der Streichrichtung der Falte stehen, welcher diese Schicht angehört, indem das Streichen der Falte ihr Absinken zum

Ausdruck bringt und ohne solches horizontal läge. Die Streichrichtung der Falten ist dann nur in den Gewölbeumbiegungen und Muldenumbiegungen bei annähernd vertikaler Schichtstellung direkt zu erkennen und an den Schichtlagen abzumessen.

Diese Komplikation — zwei verschiedene Faltungsrichtungen — ist aber nicht etwa zu verwechseln mit zwei sich wirklich durchkreuzenden Faltungen. Die verschiedenen Faltungen kreuzen sich nur im Grundrissbild. Sie liegen hier nicht einmal so nahe ineinander, wie in dem Gebiet nördlich des Klönthales, sondern sie liegen übereinander. Ob Walenstadt streichen die Falten im Jura wie der grosse Gebirgsbogen, diejenigen der Kreide (Sichelkamm) allgemein alpin. Am Gonzen reicht derselbe Malmkalk aus der tiefen bis in die obere Region, so dass seine Falten bei Sargans N—S am Gonzengipfel SW—NE streichen. Intensitätswechsel in der Längsrichtung der Falten bis zum Erlöschen einer Falte kann sich verschieden äussern. Entweder weitet sich die Umbiegung aus und geht in die Ebene über, oder in der entgegengesetzten Richtung verengt sich die Umbiegung konisch bis zur kleinen Verknickung, die in der ebenen Schichtplatte aufhört. Immer aber bei ziemlich raschem Intensitätswechsel einer Falte kann die Gewölbeumbiegung oder die Muldenumbiegung nicht eine cylindrische Fläche sein, sie muss eine konische Fläche werden. Am Gonzen sind die oberen, im allgemeinen Alpenstreichen liegenden Falten gegen SW weiter, gegen NE absinkend verengern sie sich konisch. Dadurch ergiebt sich das Anschmiegen der oberen Falten an die tieferen, anders streichenden, ohne jeden Bruch. Ich meinerseits glaube durchaus nicht, dass diese zwei sich kreuzenden Falten verschiedenen Perioden oder gar verschiedenen Schubrichtungen zuzuschreiben seien. Es ist wahrscheinlich nur das etwas ungleiche Ausweichen der Schichten im Beginn der grossen Faltung, vielleicht der Anfang der Glarner Doppelfalte, gewesen, welches innerhalb der gleichen Schubperiode hier zu schiefen Spannungen führte, die nur in zwei Faltenschaaren, die zum Teil konisch sind und schief übereinander verlaufen, ihre volle Auslösung finden konnten.

Doch wenden wir uns zum Gonzen im Besondern.

Am Gonzen zeigt sich das Erzlager durchweg harmonisch mit den Schichten gefaltet, wie es seiner Schichtennatur entspricht. Es macht alle Faltenerscheinungen des Hochgebirgskalkes mit.

Die Erzvorkommnisse im Gonzen zeigen in den vier Gruben die sonderbarsten Lagerungswechsel. Wir finden:

In Grube I Streichen SSE—NNW, Fall 30—40 ENE;

In Grube II Streichen ENE—WSW, Fall 80—85° SSE;

In Grube III Streichen NW—SE, Fall 30—50° NE;

In Grube IV oberer nordwestlicher Teil Streichen SE—NW Fall flach NE, dann umbiegend in den unteren südöstlichen Teil bis zum Streichen SW—NE und senkrechter Stellung.

Es ist mir nach vielem Herumsteigen, wie ich glaube, gelungen, alle diese Erzvorkommnisse in ihrem Zusammenhang zu verstehen. Sie gehören sämtlich der sonderbaren Gipfelfalte des Gonzen an. Dieselbe streicht als Falte von SW nach NE, sinkt aber dabei stark gegen NE ab und verengt sich in jener Richtung zugleich konisch, so dass in den verschiedenen Schenkeln der Falte die Schichten nicht nur verschieden fallen, sondern auch ganz verschieden streichen. Das beigegebene Profil Fig 1, auf Tafel VII, giebt eine Ansicht des Ausstreichenden der Gonzengipfelfalte, von S gesehen.

Der Mulden- oder Basisschenkel der Malmfalte, das ist die Wand vom Pflastertobel unter Follewald über Spina nach Tschuggen hinauf, streicht NNE—SSW und fällt gegen ESE.

Die Scheitellinie der Muldenumbiegung sticht mit Streichen gegen NNE unter den Gonzen hinein.

Der Mittelschenkel, das ist das Schichtenstück, dem der „Ghudletgonzen" angehört von der Valenaruns bis zum Gonzengipfel reichend, enthaltend die Folleplatten, streicht in seinen Schichten ungefähr von NE nach SW und fällt gegen SE ab. Diesem Mittelschenkel gehören die Erzstellen Abliswerk, Grube III und Grube IV an. Letztere fällt in eine kleine sekundäre Knickung des Mittelschenkels.

Die Gewölbescheitellinie geht für die oberen Malmschichten durch den Gonzengipfel, und liegt für das Erzflötz fast senkrecht darunter. Sie geht von WSW nach ENE und fällt in dieser Richtung mit 20—25° ab. Grube II liegt in der Gewölbeumbiegung mit senkrechter Schichstellung und WSW—ENE-Streichen.

Der Gewölbe- oder Deckenschenkel der Gonzengipfelfalte ist westlich des Gonzen abgewittert, dagegen gegen Osten erhalten mit NNW—SSE-Streichen und Fallen zirka 30° nach ENE. Ihm

gehören die vom Gonzen gegen Ost abfallenden Wände Wangboden, Gemswaid, Planggwand, Schreiberskopf und das Gebiet der Grube I an.

Es ist schwer, ein Bild dieser Lagerungsverhältnisse zu geben. Die Profilzeichnungen, Fig. 1 und 2, sowie die schematische Darstellung der Falte, Fig. 3 auf beiliegender Tafel, mögen der Vorstellung nachhelfen.

Verwerfungen oder andere Brüche mit Verschiebungen sind nicht selten, aber nur von geringer Bedeutung. Weder im äusseren Bau noch in den Gruben stören sie den Faltenbau wesentlich. In Grube I zeigt sich das Erzlager mehrfach von Verwerfungen, welche in der Fallrichtung streichen, spärlicher von solchen in der Streichrichtung durchsetzt. Die Sprunghöhen sind meist unter 1 m, seltener mehrere Meter, nur ausnahmsweise gehen sie bis auf 10 m. Im Pflastertobel habe ich zwei kleinere Verwerfungen von wenigen Metern Sprunghöhe gefunden. Dann kann man wieder auf weite Strecken die Schichtfugen, geradlinig oder gefaltet, verfolgen, ohne dass der geringste Bruch zu finden ist. Vielleicht findet sich zwischen Ghudletgonzen und dem hohen Gonzen im Mittelschenkel ein Bruch mit etwas Ueberschiebung des Gewölbekernes über den Muldenkern, ich konnte ihn aber, weil sehr schwierig zugänglich, nicht exakt sehen. Ganz der Gonzengipfelfalte analog ist die Schollbergfalte. Sie streicht normal wie die Alpen und hat einen ausgesprochenen Scheitelbruch (Taf. VII). Ob die Schollbergfalte die herabgesunkene Gonzengipfelfalte selbst oder eine ihr analoge und parallele Nebenfalte ist, konnte ich bisher nicht entscheiden. Das letztere ist mir wahrscheinlicher. Aber was bedeuten diese paar Brüche oder wenn, man sie so nennen will „Verwerfungen“ von nur wenigen Metern, die wir da an einigen Stellen gefunden haben, in einem Faltenbau, der auf 500 m Horizontaldistanz in herrlichen Bogen die gleiche Schicht in 1400 m Niveaudifferenz bringt. Die Verwerfungen verschwinden völlig im Bilde des Berges, das seinerseits, schon jedem Laien auffällig, ganz von den herrlich geschwungenen Linien des Faltenbaues beherrscht wird. Die Lagerungsverhälltnisse des Eisenflötzes, das Verhältnis der verschiedenen Gruben zu einander können nicht durch Verwerfungen erklärt werden.

Die Erzlager keilen im Berg in den Gruben nicht aus, mit einziger Ausnahme von III, gegen Abliswerk gegen die Muldenumbiegung hin. In den Gruben I, II, III und IV sehen wir sie bergeinwärts und seitlich in voller Mächtigkeit anstehend. Da die aufgeschlossenen Erzlagerstellen zum Teil dem Mittelschenkel, zum Teil der Gewölbeumbiegung, zum Teil dem Gewölbeschenkel angehören, so ist zu erwarten, dass die Erzschicht die ganze Gonzenfalte zusammenhängend ohne Unterbruch durchziehe, und überall im Mittelschenkel, überall in der Gewölbeumbiegung und in weiter Erstreckung im Gewölbeschenkel vorhanden sei. Dagegen sehen wir bei Abliswerk, dass die Erzschicht gegen die Muldenumbiegung hin schwach wird, im Pflastertobel, dass sie im Muldenschenkel nicht mehr vorhanden ist. Wie weit sie im Gewölbeschenkel noch nach Norden und nach Osten hinabsteigt, bleibt unbestimmt, jedenfalls behält sie hier, so weit sie geht, unverändert den Fall von 30 bis 40° gegen NE bei.

C. Die Masse und das Aufschliessen des Erzlagers.

Auf Grundlage der Erkenntnis über die Lagerungsverhältnisse der Gonzengipfelfalte, der das Eisenerz angehört, können auch einige praktische Fragen beantwortet werden, und zwar die Fragen: Wie gross ist, die Falte ausgeglättet gedacht, die Ausbreitung des Erzlagers und der wievielte Teil davon ist schon ausgebeutet, was ist noch Ausbeutbares vorhanden, und von wo aus und wie könnte das noch vorhandene zur Ausbeute am besten angegriffen werden?

Um dies zu prüfen, habe ich mit einem Stück gefalteten Papieres die Gonzenfalte möglichst genau nachgeformt und darauf nach den leider etwas unvollkommenen Grubenplänen die ausgebeuteten Stellen und die wahrscheinliche Ausbeutung des Erzlagers in bestimmtem Masstabe eingezeichnet, dann die Falte wieder ausgebreitet und die Flächen annähernd gemessen. Es ergeben sich nun dabei abgerundet folgende Zahlen:

Das Erzlager hat in der Richtung von SW nach NE in der ausgeglätteten Schicht gemessen einen grössten Durchmesser von wenigstens 900 m und in der Richtung NW—SE einen solchen von wenigstens 600 m. Die Fläche der Erzschicht schätze ich in

runder Zahl auf wahrscheinlich 400,000—500,000 m². Nahezu doppelt so viel ist seit der Alpenfaltung durch Abwitterung und Thalbildung schon entfernt worden.

Die ausgebeuteten Schichtflächen geschätzt — flache wie steile und senkrechte in allen Gruben zusammengenommen — betragen kaum 50,000 m².

Es ist somit bisher trotz der intensiven Ausbeute in der Mitte dieses Jahrhunderts wahrscheinlich doch noch nicht mehr als ungefähr der achte Teil des im Berg vorhandenen Lagers nach seiner Fläche ausgebeutet worden. Rechnen wir nicht nach Erzlagerfläche, sondern nach Kubikinhalt des Erzes, so wird die Verhältniszahl offenbar eine etwas andere, weil gegen den Rand des Erzlagers dessen Mächtigkeit abnimmt, wie wir es z. B. auch durch den Vergleich von Grube IV, Grube III und Abliswerk sehen. Die Art und Weise, wie das Erzlager gegen seine Grenzen abnimmt, kann freilich nicht genügend beobachtet werden. Aber selbst wenn wir ungünstiger als wahrscheinlich schätzen, so werden wir doch zu dem Schlusse geführt, dass das bisher ausgebeutete Quantum Erz höchstens ein Fünftel, wahrscheinlich nur ein Siebentel desjenigen beträgt, das der Berg enthält.

Die Mächtigkeit des Erzlagers schwankt in dem bis jetzt durch die Grubenbaue aufgeschlossenen Gebiete meist zwischen 1 m und 1½ m. Hie und da geht sie anhaltend auf 2 m und sogar darüber, selten bleibt sie unter 1 Meter. Daraus lässt sich schätzen, dass wahrscheinlich noch 350,000 bis 500,000 m³ gleich zirka 1,500,000 Tonnen Erz oder 800,000 bis 1,000,000 Tonnen Eisen ausgebeutet werden könnten.

Wie soll eventuell in Zukunft das noch vorhandene Erz angegriffen werden? Die Hauptmasse desselben liegt unter dem grossen Gonzen und von Grube I gegen N und NW tiefer im Berge drin. Ich kann keine neue Angriffsstelle finden, die wesentlich günstiger, als die bisherigen gelegen wäre. Der günstigste Ausgangspunkt scheint mir auch jetzt noch die Gegend des Knappenhauses und der Grube I zu sein. Statt einen ganz neuen Angriffspunkt zu suchen, würde ich vorschlagen, aus der tieferen oder tiefsten Region der Grube I zuerst horizontal im Streichen des Erzlagers zu Tage zu gehen zu neuem Stollenmundloch und ferner flach oder mit geringer Steigung im Streichen des Erzlagers berg-

einwärts zu fahren und stets im Streichen des Erzlagers — nicht im Streichen der Falte — einen neuen Hauptstollen zu schaffen. In Verfolgung dieses Verfahrens haben wir den Vorteil, dass die Aufschliessung neuer Angriffsstellen fortwährend schon selbst Erz liefert. Nordwestlich von Grube I würde der Stollen, stets fast horizontal im Erzlager tastend, über den gegen NE absinkenden Scheitel der Gewölbebiegung gegen West und Südwest wenden und dann bald in tieferer Lage die Erzpartie unter der Grube II treffen. Im Streichen dem Erzlager folgend, würde man schliesslich unter den untern Teil des Erzes der Grube IV gelangen. Damit wäre mit einem Stollen ein grosses Gebiet aufgeschlossen, und überall könnte die Ausbeute von unten nach oben im Erzlager weiter gehen. Alle Gruben kämen dadurch allmählich mit einander in Verbindung, und doch wäre der Hauptweg unterhalb derjenigen Zone, wo die bisherige Ausbeute das Gebirge etwas unsicher gemacht haben kann. Dieser Aufschlusstollen im Streichen des Erzlagers fortsetzend an Grube I würde zudem vollständigen Aufschluss über Ertragsfähigkeit und Beschaffenheit des Erzes geben. Er wäre zugleich Hauptangriffsstollen, Hauptförderstollen und würde eine sehr einheitliche Gestaltung des Betriebes ermöglichen. Durch Grube I und später besonders durch einen Aufbruch in Grube II, zuletzt in Grube IV würde sich die beste natürliche Lüftung einstellen.

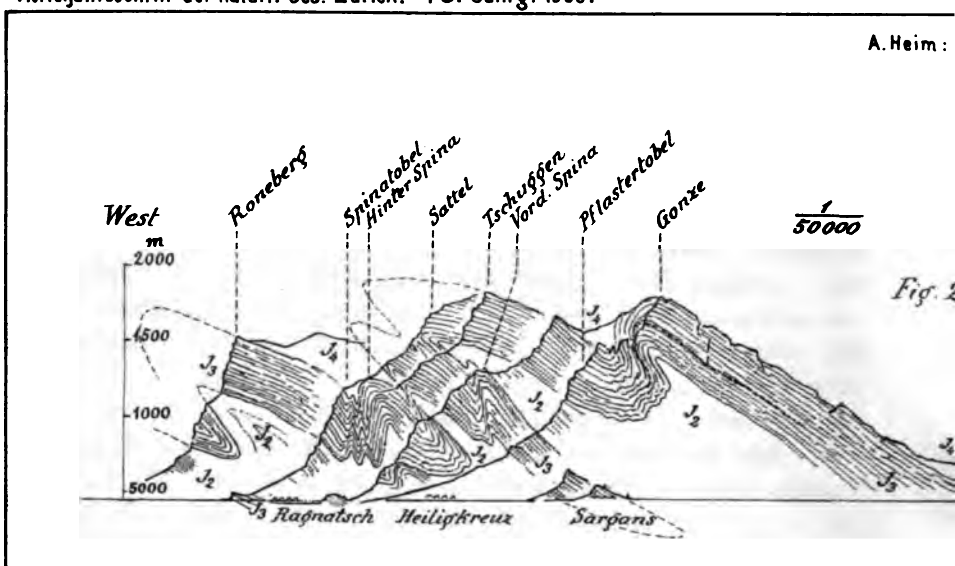
Ueber die Verteilung der Erzarten im Erzlager, insbesondere über die Aussichten, welche die Manganerze bieten, lässt sich nach den vorhandenen Aufschlüssen nichs Bestimmtes sagen. Das Manganerz kommt nicht in selbständigem Lager vor, sondern so viel ich sehen konnte, nur das Eisenlager auf einzelnen Strecken begleitend, dann oft wieder lange aussetzend. Es scheint, man findet die Manganerze besonders da, wo eine kalktuffige Degeneration des Eisenerzes sich einstellt (oberster Teil von Grube I). Stellenweise ist das Erz sehr kompakt, und dann enthält es viel Magnetit, stellenweise erscheint es als hämatitreicher Kalkstein. Ob da Regeln im Auftreten der Erzabänderungen und besonders der Manganerze sich finden liessen, weiss ich nicht. Die früheren Erfahrungen über den Manganerzgehalt etc. sind leider nicht fortlaufend in Grubenpläne einnotiert worden. Selbst eine noch viel gründlichere Untersuchung der jetzt vorhandenen Grubenaufschlüsse

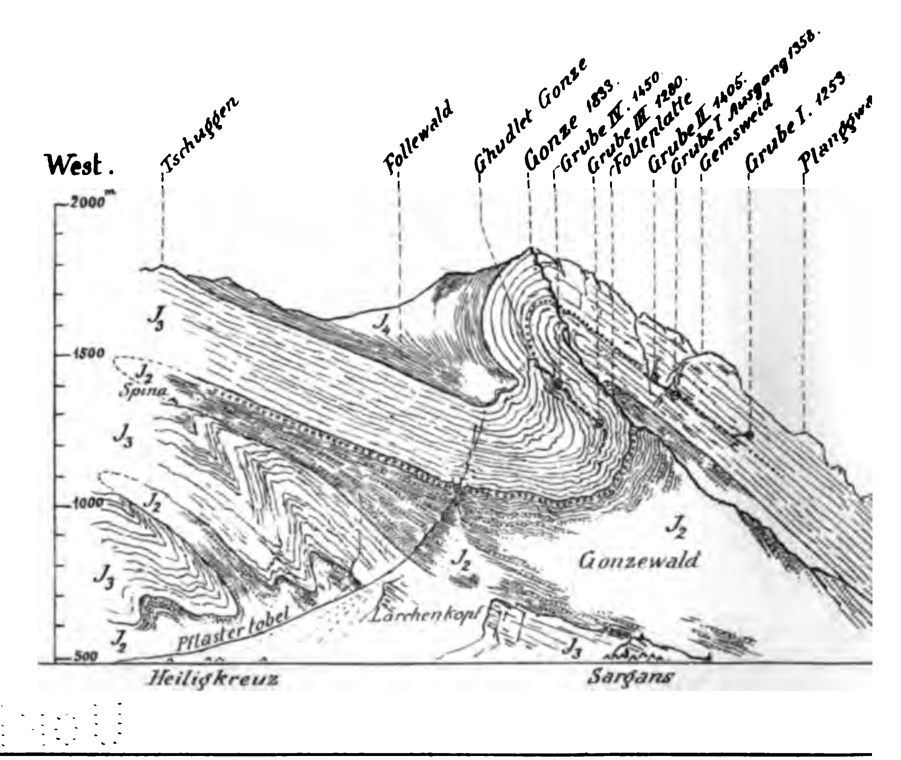
auf diese Frage hin dürfte wenig Zuverlässiges für die Zukunft erkennen lassen. Da wird wohl nur der Versuch, der Bergbau selbst, sichern Aufschluss bieten können.

Es versteht sich von selbst, dass an eine Wiederaufnahme der Ausbeute des Gonzenerzes zur Verhüttung mit Kohlen oder gar wie früher mit Holz auf Eisen in Plons, wo früher verhüttet worden ist, nicht zu denken ist. Die Frage, ob die Ausbeute wieder aufzunehmen sei, kann aber von andern Gesichtspunkten aus heutzutage doch mit Recht aufgeworfen und studiert werden: Ist vielleicht in Zukunft eine elektrolytische Verhüttung unter Benützung der umliegenden Wasserkräfte möglich? Oder lohnt sich die Ausbeute im Falle die Manganvorkommnisse im noch nicht ausgebeuteten Teile des Gonzen sich gut und mächtig erzeigen sollten? Oder lohnt sich nicht die Ausbeute der Eisenerze bei Export und Verkauf derselben an auswärtige Eisenhütten? Man sollte denken, die Gonzenerze wären in dieser Weise gegenüber den Erzen aus Lappland konkurrenzfähig. Die Beantwortung dieser Fragen fällt nicht mehr dem Geologen zu. Seine Aufgabe war nur, die Ausbreitung und Lagerung des schönen Eisenflötzes festzustellen.



A. Heim :





Topogr. Anst. Winterthur, J. Schlumpf.

hoch, ihre Aussenwand stark kutikularisiert. An sie schliesst sich das Parenchym der primären Rinde, in demselben Oelzellen, ferner schon sehr frühzeitig einzelne Steinzellen und von den bisherigen Beobachtern übersehene, einzeln oder in kleinen Gruppen stehende Fasern, die ohne Beziehung zu den tiefer liegenden Bündeln primärer Fasern sind. Darauf folgt dann der „gemischte sklerotische Ring"; die Sklerosierung des Parenchyms zwischen den Bündeln primärer Fasern erfolgt sehr frühzeitig, schon die 0,8 mm dicke Spitze einer jungen, 15 cm hohen Pflanze zeigt zwischen den Fasern eine Reihe an der Innenwand verdickter Steinzellen. Zunächst ist er kontinuierlich, später tritt durch das Dickenwachstum Parenchym dazwischen, das meistens auch sklerosiert, aber doch in einzelnen Gruppen dünnwandig bleibt, sodass der Ring an diesen Stellen unterbrochen ist.

Nach der bisherigen Annahme bleibt nun der Ring in diesem Zustande bestehen und soll an der Droge, sie im wesentlichen nach aussen begrenzend, immer aufzufinden sein, wobei natürlich nicht ausgeschlossen ist, dass er später auf irgend eine Weise durch Borkebildung verloren gehen kann.

Meine Untersuchung hat mir aber gezeigt, dass das nicht richtig ist, dass vielmehr der Ring ziemlich frühzeitig durch Korkbildung abgeworfen und durch einen anderen, abweichend gebauten, ersetzt wird. Diese Vorgänge sind, soweit ich sie konstatieren konnte, folgende: Der Kork entsteht in der ersten subepidermalen Schicht und zwar zuweilen schon an 0,5 cm dicken Zweigen. Die ersten Anfänge erscheinen in Form kleiner rundlicher Flecken, die nach Aussehen und Bildung den Eindruck von Lenticellen machen. Indessen muss ich erwähnen, dass ich auch an den jüngsten Stadien, die ich untersuchte, über dem Korkfleck keine Spaltöffnung auffand. Ich habe solche in der Epidermis der Achse überhaupt nicht sehen können.

Diese kleinen Korkflecken fliessen dann meist zusammen und bilden grössere Korkflecken von unregelmässigem Umriss und einigen Millimetern Durchmesser. Unter allen Umständen erlischt die Thätigkeit dieses Korkkambiums bald und es entsteht ein neues in tieferen Lagen der primären Rinde, ein Vorgang, der sich wiederholen kann. Wenn das Korkkambium dann bis zum gemischten sklerotischen Ring vorgedrungen ist, durchsetzt es den-

selben mit Hülfe der zwischen den Steinzellgruppen vorhandenen dünnwandigen Parenchymzellen, geht eine grössere oder kleinere Strecke auf der Innenseite des Ringes entlang und verlässt denselben an einer gleichen, aus dünnwandigem Parenchym bestehenden Stelle wieder. Es wird also so durch das Korkkambium ein Stück des gemischten sklerotischen Ringes herausgeschnitten und rückt durch die weitere Thätigkeit des Kambiums allmählich nach aussen. Dieser Vorgang wiederholt sich, und der sklerotische Ring kann so auf lange Strecken oder ganz durch Korkbildung abgetrennt und nach aussen gerückt werden. Seine Reste kann man dann mehr oder weniger noch zusammenhängend in den nach aussen liegenden Borkepartien erkennen. An seiner Stelle entsteht nun an der Aussenseite der sekundären Rinde oder wenig in dieselbe eindringend ein neuer Ring, den man als sekundären bezeichnen kann, der aber natürlich nur aus Steinzellen besteht, also keine Fasernbündel einschliesst, und dadurch leicht vom gemischten, primären Ring unterschieden werden kann. Das Gewebe, aus dem der zweite Ring hervorgeht, kann verschieden sein, und zwar kommt in Betracht:

1. das Phelloderm. Die Bildung desselben kann bei den später entstehenden Korkplatten eine sehr starke sein, ich habe bis 50 Lagen Phellodermzellen gezählt. Im Phelloderm können Oelzellen und vereinzelt oder in kleineren Gruppen Steinzellen entstehen. Dass dasselbe an der Bildung des sekundären Ringes beteiligt sein kann, geht aus der Lage der äusseren Schichten von Steinzellen des Ringes zu den unzweifelhaften Phellodermzellen hervor, insofern sie genau übereinanderstehen.

2. kann sich, wenn auch anscheinend nur ausnahmsweise, auch die sekundäre Rinde daran beteiligen, was daraus hervorgeht, dass man im Ringe und sogar an seiner Aussenseite zuweilen sekundäre Bastfasern sieht. Es erscheint selbstverständlich, dass demnach

3. auch alle andern Teile zwischen dem Innenrande des ursprünglichen, gemischten Ringes und den äussern Teilen der sekundären Rinde sich an der Bildung des neuen Ringes beteiligen können. Ich will hier nur ganz kurz darauf hinweisen, dass ein Abwerfen des ersten sklerotischen Ringes durch Borkebildung und sein Ersatz durch einen zweiten, abweichend gebauten, bei den Lauraceen nicht allzu selten vorzukommen scheint. Ich verweise

auf meine diesbezüglichen Ausführungen im Archiv der Pharmacie 1889, wo ich einen solchen Ring bei den Gattungen *Caryodaphne, Ochnodaphne, Actinodaphne, Tetranthera, Haasia* und *Mespilodaphne* nachwies.

Nun bleibt aber dieser zweite Ring auch nicht immer erhalten; beim weitern Dickenwachstum der Achse wird er gesprengt und durch dünnwandiges Parenchym in einzelne Gruppen von Steinzellen aufgelöst. Diesen Bau zeigte die Rinde eines älteren Stammes, die ich aus dem Kolonial-Museum in Haarlem erhielt, ebenso die am wenigsten guten Sorten der Volkart'schen Sammlung, die aus den ältesten (untersten) Stücken der Rinde der abgeschnittenen Schosse bestehen.

Diese Resultate sind nun, wie ich denke, auch für die Praxis nicht ganz ohne Interesse. Es ist klar, dass ein abgeschnittener Spross von Cinnamomum zeylanicum, wenn er die für den Handel erforderliche Ausbildung hat, in seinen untern, älteren Teilen der Rinde einen andern Bau haben wird als in den oberen, jüngeren. Da man nun den Spross in einzelne Stücke zerschneidet und die im Alter übereinstimmenden der verschiedenen Sprosse zu einer Sorte vereinigt werden, deren Wert mit dem Alter und der Dicke abnimmt, so kann man aus der Beschaffenheit des sklerotischen Ringes auf den Wert der Droge schliessen. Von den mir vorliegenden acht Sorten der Droge ist der primäre sklerotische Ring bei den drei ersten Sorten noch überall erhalten, was man auch daran erkennt, dass die als zarte Längslinien erscheinenden Bündel der primären Fasern überall deutlich zu sehen sind. Bei der vierten Sorte fallen zuerst unregelmässige Flecken auf, die etwas vertieft erscheinen, und auf denen die zarten Längsstreifen fehlen. An diesen Stellen ist der primäre Ring abgestossen, der neue liegt etwa um die Dicke des primären Ringes tiefer und die so entstehende Mulde ist durch dünnwandiges Phelloderm ausgefüllt, das in der Droge zusammengetrocknet ist und so etwas vertieft erscheint. Bei der fünften Sorte sind diese Vertiefungen sehr viel reichlicher vorhanden, bei den folgenden finden sich Stücke, die den primären Ring fast durchweg verloren haben, bei denen also die zarte Längsstreifung durch die Bündel primärer Fasern fast völlig fehlt. Die letzte Sorte zeigt schon wieder die Anfänge der Auflösung des zweiten Ringes in einzelne Bündel von Steinzellen.

N a c h s c h r i f t. Wie ich bei nachträglicher Vergleichung mit einer ganzen Reihe anderer Cinnamomumarten gesehen habe, findet das im Obigen kurz geschilderte Zersprengen des noch im Zusammenhang befindlichen gemischten Ringes nur bei Cinnamomum zeylanicum statt, bei allen anderen Arten wird der Ring durch dazwischentretendes Parenchym in einzelne Gruppen aufgelöst und dann durch Borkebildung abgeworfen. Die Bildung eines zweiten Ringes aus Steinzellen unterbleibt stets, höchstens entstehen, wenn der Ring sich in Gruppen auflöst, unter den Lücken kurze „Ersatzstücke“ aus sklerosiertem Parenchym, die aber keine Beziehung zum Kork haben. —

Geologische Nachlese.

Von

Albert Heim.

Nr. 12.

Gneissfältelung in alpinem Centralmassiv, ein Beitrag zur Kenntnis der Stauungsmetamorphose.

(Hiezu Tafel VIII und IX.)

In dem alten Streit über die Natur und besonders die Entstehung der alpinen Centralmassive und damit der Alpen überhaupt hatte in den Jahren 1850—1880 stets die in der nördlicheren Zone (Aiguilles rouges, Aar-, Gotthard-, Silvretta-Massiv) so häufige „diskordante Auflagerung der Sedimente auf den krystallinen Silicatgesteinen“ eine massgebende Bedeutung. Die erste Deutung, die auch heute noch wenigstens teilweise von einzelnen Beobachtern festgehalten wird, ging darauf hin, dass die krystallinen Schiefer vor Ablagerung der jüngern Sedimente aufgerichtet worden seien. Studer lehnte sich ganz an die Fälle der diskordanten Berührung an und hielt die Schieferung aller Centralmassivgesteine für Erstarrungstextur einer aktiven Eruptivmasse. Favre ging umgekehrt von den Stellen aus, wo Sedimente und krystalline Schiefer sich konkordant berührten und schenkte den Diskordanzen zu wenig Betrachtung. Aber immer blieb für den Beobachter die einförmige Schieferung in den Centralmassiven in einem auffallenden Gegensatz zu der wechselvollen Faltung der aufliegenden Sedimente. Bei näherer Prüfung schien mir der Gegensatz sich aufzulösen. Ich konnte nachweisen, dass ein grosser Teil der Centralmassivgesteine auch Sedimente sind, dass manche Sedimente (Carbon, Verrucano, sogar Trias und Jura) gelegentlich ganz centralmassivisch gestellt zwischen die Gneisse eingeklemmt und nahe daneben wieder gefaltet obenaufliegen, und dass umgekehrt

die Gneisse oft unter der Sedimentdecke umbiegend dieser sich konkordant anschmiegen, dass oft Reibungsbreccien und gegenseitige Ineinanderknetungen, gegenseitige Einschlüsse, Rutschflächen, Verschiebungen, Dislokationsbreccien etc. den „mechanischen" Kontakt begleiten, ich fand endlich auch Stellen, wo die Gneisse von steilem Clivage durchsetzt horizontal unter den Sedimenten scharf gefältelt hinziehen (Scheidnössli, „Mechanismus der Gebirgsbildung", Bd. II Abschnitt Centralmassive). Baltzer deutete den Kontakt zwischen Sedimenten und Centralmassivgesteinen ebenfalls als einen mechanischen und fügte die wichtige neue Beobachtung hinzu, dass hie und da die Schieferung der Centralmassivgesteine als Clivage sich quer zur Schichtung in die Sedimente hinein fortsetzt. Ich will hier die vielen weiteren Beobachtungen, die überdies die Gewissheit ergeben, dass die Centralmassive Faltungszonen, d. h. Zusammenschubwirkung im Alpenkörper sind, nur andeuten: Centralmassive gabeln sich an ihren Enden und werden dort in den einzelnen Gabeln abgelöst von Falten der sedimentären Rinde, Sedimentbrücken auf Centralmassiven sind intensiv gefaltet, die Mulden solcher Brücken sind als spitze Mulden tief in die Centralmassive hinab eingeklemmt, die Centralmassivgesteine zeigen bei näherer Prüfung meistens die Spuren intensiver Quetschung (Dynamometamorphosen) etc. etc.

Auch innerhalb der Sedimente von sicher bestimmbarem Alter ist der Fall nicht selten, dass zwischen ursprünglich parallel gelagerten Schichten durch ungleiches Ausweichen auf den Gebirgsschub eine Diskordanz (Dislokationsdiskordanz im Gegensatz zu Transgressions-Diskordanz) entsteht.

Dies alles führte zur Erkenntnis, dass die einförmige Schieferung der Centralmassive das Resultat der seitlichen Pressung ist und dass sie strichweise liegt wie die ältere Schichtung oder Plattung, strichweise diese letztere verwischt und durchschneidet. Es giebt keine absolute Grenze im Verhalten der Sedimente und der krystallinen Gesteine. In den oberen Rindenlagen der Erde war die nach oben ausweichende Faltung und Ueberfaltung das gewöhnlichere, in den tieferen, mehr belasteten beherrscht die Transversalschieferung mehr und mehr das Bild und verwischt mehr und mehr den Verlauf der ursprünglichen Schichtung und damit das Bild der Faltung. Für denjenigen, der ein tiefer durch-

gebildetes Gefühl für die Gesteinsmechanik sich erworben hat, ist es nun allmählich auch immer klarer geworden, dass die Aufrichtung der Gneisse etc. in den Centralmassiven und die Faltung der Sedimente bis und mit dem Miocaen ein Werk des gleichen Horizontalschubes der gleichen Zeit ist, und dass wir in den Centralmassiven nur gewissermassen die Tiefenfacies der Faltung, in den jüngeren Sedimentärzonen der Alpen mehr die seichtere Facies der gleichzeitigen und ursächlich gleichen Faltung sehen. Beweise dafür, dass die Aufrichtung und jetzige Transversalschieferung der alpinen Centralmassivgesteine erst nach Eocaen und Oligocaen erfolgt ist, sind leicht in Menge zu finden. Dahin gehört die Einfaltung von Eocaen und Oligocaen in den Randzonen der Centralmassive unter Gewölbekerne von Gneiss etc., die Einklemmung von spitzen Mulden mit eocaenem Muldenkern tief in die Centralmassivgesteine hinein, die Ablösung im Streichen von Centralmassiven durch enorme Falten mit völliger Konkordanz von Carbon bis und mit Eocaen, Fehlen von sicher ursprünglichen stärkeren Diskordanztransgressionen von Carbon bis Miocaen, Fehlen der dynamometamorph stark affizierten alpinen Centralmassivgesteine als Gerölle in der miocaenen Nagelfluh, während Gerölle von Graniten, Gneissen etc. ohne Stauungsmetamorphose massenhaft darin enthalten sind etc. etc.

Gewiss giebt es auch ausgezeichnete alte Eruptivkontakterscheinungen in den Alpen. Sie sind nur manchmal schwer zu finden und zu deuten, weil die nachträgliche Stauung sie umgeprägt hat. Sie sind häufiger als wir früher dachten. Aber sie erweisen sich in jedem Falle, wo überhaupt der Vorgang des Eruptivkontaktes deutlich aus demjenigen des Dislokationskontaktes herausgeschält werden kann, als älter als die Alpenfaltung, älter als Miocaen.

In den Rahmen dieser Gedankenreihe hinein gehören einige Beobachtungen, welche ich letzten Herbst an den Gneissen des Tessinermassives zu machen Gelegenheit gehabt habe. Es betrifft das einen Fall, wo durch das ganze Gebirge in weiter Ausdehnung die zweiglimmerigen alten Gneisse bei einer oberflächlichen Beobachtung ganz nach Centralmassivart einheitlich und einförmig geplattet und geschiefert erscheinen mit Streichen normal WSW — ENE bis W—E und Fall wenigstens 30°, meistens 40° bis 55° SSE oder S. Eine nähere Prüfung zeigte aber, dass hier die

ursprüngliche Gneissflaserung und Schichtung anders verläuft, nicht einförmig nach Centralmassivart, sondern in grossen und kleinen Falten und Fältchen oft quer zur centralmassivischen Plattung, die sich dadurch als eine Stauschieferung, eine Art Clivage, erweist. Es ist stets ein glücklicher Fall, wenn die alte Struktur und Textur nicht durch die neue verwischt wird, wenn also die Umwandlung noch nicht zu tief gegriffen hat, so dass wir an dem Verlauf der erhaltenen älteren Texturen die Gebirgsfaltung sehen können.

Es giebt vielleicht weite Bergmassen im Gebiete alpiner Centralmassive, wo der Faltenbau trotz des centralmassivischen Clivage zu finden wäre. Aber es ist schwierig, an allen den Wänden herumzuklettern und Schritt für Schritt frisch anzuschlagen und zu suchen, was von weitem nicht erraten und nicht überblickt werden kann.

Wir stehen tief im Innern des gewaltigen tessinischen Gneissmassives bei Faido. Im Wildbachschutt hinter dem Dorfe am Wege nach Morengo treffe ich zahlreiche Blöcke herrlich gefältelter Gneisse, in welchen ganz so wie bei gefältelten Sedimenten oft die verquetschten Mittelschenkel der Falten zu Rutschflächen sich ausbilden, die eine Quer-Plattung des ganzen Gesteines zur Folge haben; die letztere fällt viel mehr in die Augen als die Gneisstextur und deren Fältelung. Hoch oben über Osco, Viggera treffe ich am anstehenden Felsen die gleichen Erscheinungen. Leider ist der Fels so sehr mit Flechten bewachsen, dass man nur am frischen Hammerbruch etwas sieht und zu einem zusammenhängenden Bilde gar nicht gelangen kann. An den Wänden über Freggio und Dazio grande an der Nordseite des Tessin wiederholen sich stets die ähnlichen Erscheinungen. Am besten entblösst, am zusammenhängendsten zu verfolgen und zugleich am zugänglichsten treffen wir die gefalteten und gefältelten Gneisse in der Schlucht unter Dazio grande an der Strasse. Hier konnte ich die beigegebenen Skizzen (Taf. IX, Fig. 1 u. 2) zeichnen, die am ehesten ein Bild von der Erscheinung geben können. Man sieht hier durchweg einheitlich W—E streichend und mit 40 bis 55° S fallend eine ausgezeichnete Plattung, es ist die einheitliche centralmassivische Plattung oder Schieferung der Gneisse, die wir vom Thalgrunde bis an die Gipfel hinauf fast gleichlaufend verfolgen können und die überall in den Verwitterungsformen der Felsen, besonders der Gräte und Gipfel,

so deutlich sichtbar wird. In diesen Plattenfugen liegen die Glimmerschuppen der Fuge parallel, oft scheint der Glimmer gehäuft an den Plattenrändern.

Allein bald zeigt sich, dass diese Plattung nicht überall zugleich eine das ganze Gestein durchsetzende Schieferung ist. Die Platten haben sehr oft gegebene Dicke von 1/2, 1 oder einigen wenigen Centimetern, höchstens einigen Decimetern Mächtigkeit und lassen sich innerhalb dieser Dicke nicht weiter spalten. Auf dem Querbruch erkennt man, dass die Glimmerblättchen und die ganze Gneissflaserung schief, oft völlig quer zur Plattung läuft und sich dann am Rande der Platte gewöhnlich wie die Enden eines S an die Plattenfuge anschmiegt. Betrachtet man auf frischem Querbruch mehrere der Platten in ihrer ursprünglichen Zusammenlage, so sieht man bald, dass feine Fältelung der Gneissflaserung quer über die Platten läuft, ein Fältchen dem andern sich anschmiegend, und dass die Plattenfugen nichts anderes sind, als die Flächen, auf welche sich die gequetschten Mittelschenkel der Fältchenscharen anordnen. Manchmal sieht man sehr schön (Taf. IX, Fig. 3), wie allmählich eine neue Knickung sich mitten in einer sanfteren Falte einstellt, wie daraus bei den unterliegenden Gneissflasern ein verquetschter Mittelschenkel und schliesslich ein zerrissener Mittelschenkel mit Rutschflächen hervorgeht; man sieht dann unmittelbar, wie aus der Summation der Zerreissungen all dieser Mittelschenkel eine Plattenfuge wird, und die Gneisstafel sich dadurch in zwei Platten gespalten hat.

An anderen Stellen treffen wir die Gneissplatten mit den Plattenfugen parallel geflasert. Da sind die Platten weiter spaltbar, da sind überhaupt die Gneissplatten von anderem Charakter, sie sind mehr dicke Bänke, mehr Schichten als Platten, und der Glimmer erscheint an ihren scharfen Fugen weniger gehäuft.

Versuchen wir nun ein einzelnes Gneissflaserbündel durch die ganze Felswand zu verfolgen, so finden wir, dass sich dasselbe mit den zahlreichen kleinen Fältchen einordnet in eine grössere Gewölbefalte. Die Fältelungen sind um so enger gedrängt, je näher sie an der Gewölbeumbiegung liegen, und dann steht auch die Flaserung am quersten zur Plattung. Weiter gegen den Schenkel des Gewölbes bildet die Flaserung unter vielen Schwan-

kungen einen spitzeren Winkel mit der Plattung, bis sie in die oben beschriebene Parallellage übergeht.

Die Zeichnungen und Photographien Taf. IX, Fig. 1, 2, und Taf. VIII, Fig. 1 mögen dies erläutern*). Das Bild der Plattung, hervorgehend aus den verquetschten Mittelschenkeln der Fältchen, das wir hier sehen, entspricht aufs genaueste den Erscheinungen, wie wir sie unter dem Mikroskope z. B. in den Quartenschieferlagen am Punteiglasgletscher (Mechanismus der Gebirgsblg. Taf. XV, Fig. 7, 8, 9 „Beiträge zur geolog. Karte, Liefg. XXV, Tafel VI, Fig. 1) gesehen haben, wie sie in vielen Faltungshandstücken unserer Sammlung von den verschiedensten Fundstellen zu sehen ist und wie ich sie früher (Mechanismus, 2. Band, Seite 51—56) als Ausweichungsclivage beschrieben habe. Die Gneissplattung in der Schlucht von Dazio grande ist ein grobes Ausweichungsclivage, das eine gefaltete Gneissmasse durchsetzt.

Die Deformationen, welche der Gesteinsmasse durch die Gebirgsstauung zugemutet worden sind, haben sich nicht gleichmässig von Molekul zu Molekul vollzogen, sondern sich allmählich mehr und mehr auf einzelne Schubflächen koncentriert, was die Deformation stets wesentlich erleichtert. Die Deformation des Ganzen bewerkstelligt sich von nun an durch die gegenseitige Verschiebung der Platten. Es erforderte die grössere Anstrengung der Kräfte, erst einmal im Gesteine die Schubflächen zu erzeugen, es geht leichter weiter, sobald sie einmal vorhanden sind. Sie sind nun die gegebenen Auslösungsflächen für alle Spannungen und Bewegungen.

Jede mechanische Pressung sucht immer diejenigen Umänderungen im Gestein zu erzeugen, welche die von ihr gewünschte Deformation am leichtesten gestattet.

Da die verschiedenen Flaserbündel des Gneisses eine ursprünglich etwas wechselnde Beschaffenheit haben, so können wir hier manchmal ganz so wie z. B. bei dem abgebildeten Röthidolomit-Quartenschiefer ein Schichtchen durch mehrere Platten hindurch verfolgen und den Betrag und den Sinn der Verschiebung an den

*) Ich habe eine Anzahl Stücke mit Gneissfaltung zerschneiden und je die eine der Flächen polieren lassen und kann in Tausch oder Kauf einige solche Platten wie Tafel VIII, Fig. 1 abgeben.

Plattenfugen dadurch feststellen. Aus solchen Beobachtungen ergeben sich noch folgende für die aus Fältelung hervorgegangene Transversal-Schieferung oder Plattung bezeichnende Eigentümlichkeiten:

Immer zeigen die Fältchen gegen den Rand der Platte hin eine starke Umkrümmung in dem Sinne, dass sich die ursprüngliche Schichtung oder Flaserung dem Plattenrande oder der Plattenfuge anschmiegt. Das ist so bei jeder grossen Faltenverwerfung oder aus Uebertreibung einer Faltung hervorgegangenen Ueberschiebung. Dies ist das Phänomen, das man auch mit der Schleppung der Schichten an einer Verwerfung vergleichen kann und das z. B. beim Uebergang einer Flexur in eine Verwerfung in allen graduellen Abstufungen sich zeigt. Beim Zerreissen des Mittelschenkels einer Falte wurden eben thatsächlich die abgerissenen Enden der Gewölbeumbiegung und Muldenumbiegung auf der Schubfläche noch „geschleppt". Wir können diesen Ausdruck auch hier wohl anwenden.

Wie bei den grossen Faltenverwerfungen oder Falten mit zerrissenen Mittelschenkeln, so zeigt sich auch hier, dass man aus der Umkrümmung dieser „Schleppung" die relative Bewegung der beidseitigen Platten stets erkennen kann. Immer hatte die relative Bewegung diejenige Richtung, nach welcher die konvexe Seite der Schleppungskrümmung schaut, immer findet man die Fortsetzung des abgerissenen Schichtchens in der benachbarten Platte in der Richtung der Konkaven der Schleppungskrümmung, das heisst in der Richtung, nach welcher das geschleppte Schichtchen ausgespitzt, ausgewalzt ist. Die Ausspitzung der geschleppten Schicht weist gegen die abgequetschte Fortsetzung hin. Ausnahmen davon sind sehr selten und offenbar nur dadurch entstanden, dass eine spätere Bewegung anderer Art in entgegengesetztem Sinne zufällig eine solche Plattenfuge einmal benutzt hat.

Damit ist zugleich schon gesagt, dass die Schleppung beidseitig von einer Plattenfuge stets umgekehrte Krümmung, Wechsel im Krümmungssinn, aufweist. Kann man das gleiche Schichtchen in zwei benachbarten Platten erkennen, so sind die Schleppungen in der einen Platte umgekehrt gekrümmt wie in der benachbarten, das Schichtchen macht eine Form wie S und die Platten-

fuge schneidet durch den Punkt des Krümmungswechsels. Es ergeben sich stets Bilder wie Taf. IX, Fig. 4, niemals wie Fig. 5.

Wenn man vergleichend alle die Uebergänge von sanften wellenförmigen unzerrissenen Fältchen bis zu denen mit Plattenverschiebungen durchgeht, so findet man bald die Erklärung für dieses Verhalten. Die Plattenfugen sind eben zerrissene Mittelschenkel. Die Mittelschenkel liegen stets zwischen einer Gewölbeumbiegung und einer Muldenumbiegung. Gewölbebiegung und Muldenbiegung haben aber stets umgekehrten Sinn der Umkrümmung. Da auf der einen Seite der Plattenfuge die Schleppung eine ursprüngliche Gewölbebiegung, auf der andern eine ursprüngliche Muldenbiegung ist, so müssen sie umgekehrte Stellung der Krümmung zeigen und die Plattenfuge muss stets auf eine Fläche des Krümmungswechsels fallen, wie wir dies in der That beobachten.

Bei einer Fältelung entsteht zunächst ein Wechsel von Gewölbeumbiegungen und Muldenumbiegungen. Es kommt nun ganz auf die Umstände an, ob alle oder bloss die abwechselnden Schenkel verquetscht und zu Verschiebungen und Plattenfugen umgewandelt werden. Wir sehen oft nur den einen Fall, oft nur den andern, manchmal beide nebeneinander strichweise abwechselnd, manchmal beide bunt miteinander gemengt. Indem ich dies sage, denke ich freilich nicht nur an den Gneiss von Dazio grande, sondern an noch viele andere Fältelungsvorkommnisse in krystallinen Schiefern wie in Sedimenten, die ich eingehend beobachtet habe und von denen ich zum Teil Stücke in unsere Sammlungen gebracht habe.

Offenbar ist massgebend für die Gestaltung der Verschiebungsflächen die Stellung der zuerst entstandenen Faltungsschenkel zur Richtung des nun noch weiter wirkenden gebirgsstauenden Druckes und zur Richtung, nach welcher hin ein Ausweichen möglich ist, also zur Richtung des geringsten Widerstandes. Eine besondere Komplikation liegt noch darin, dass während der allmählichen Umformung, gerade bedingt durch die fortschreitende Auslösung der Spannungen, oder auch durch äussere Umstände wie ungleicher Verwitterungsabtrag, die Richtung der Pressung und die Richtung des geringsten Widerstandes sich allmählich ändern können. Wir sind noch nicht imstande, die hieraus sich ergebenden Möglichkeiten alle zu übersehen oder im gegebenen Einzelfall die Er-

scheinungen auf Ursache und Wirkung genau zu analysieren. Wir thun aber gut, uns der möglichen enormen Komplikationen bewusst zu bleiben, um der Versuchung zu entgehen, rasch schematisieren zu wollen. Aus den mir bekannten Erscheinungen, sowie aus allerlei Experimenten, die ich früher anzustellen versucht habe, kann ich vorläufig nur an folgendem festhalten:

Im allgemeinen stehen die verquetschten Mittelschenkel und die daraus sich entwickelnden Plattenfugen senkrecht oder doch recht steil gerichtet zur zusammenpressenden Kraft und liegen in der Richtung, nach welcher Ausweichen möglich ist, oder bilden mit der Ausweichungsrichtung, der Richtung des geringsten Widerstandes, doch einen recht spitzen Winkel.

Als Hülfsmittel, dies festzustellen, hat mir die Anordnung von Lineartextur und sodann die Stellung deformierter Petrefakten gedient.

Die Lineartextur oder Streckungslineatur, die, wenn nicht flüssig-fluidel nur fest-fluidel, also durch Ausquetschen entstanden sein kann, lässt, wo sie beobachtbar ist, stets die absolute Richtung der Bewegungsfaden bei der Gesteinsdeformation erkennen. Immer liegen die Lineartexturen am deutlichsten in den dünngequetschten oder geschleppten Schichtfetzen oder Schichtresten der verquetschten Mittelschenkel. Immer liegen sie da in der Querrichtung der Fältchen oder, was meist das gleiche ist, in der Fallrichtung der Schichten, in der Fallrichtung der so entstandenen Schubflächen oder Plattenfugen oder sie weichen nur wenig, nur einige Grade, selten über 10° von der Fallrichtung ab. Die deformierten Petrefakten sind in ihren Dimensionen stets verkürzt in einer Richtung steil zu den Schubflächen oder Plattenfugen, aber verlängert ungefähr in der Richtung dieser Quetschfugen, am meisten in der Richtung der Streckungslineatur auf den Plattenfugen im Mittelschenkel.

Stellen wir uns den Fall vor, dass eine regelmässige Fältelung entstanden ist, dass die Richtung der gebirgsbildenden Stauung genau in die Mittelebene der gefältelten Schicht und die Ausweichungsmöglichkeit genau senkrecht dazu nach oben liege. Dann sind offenbar für alle Faltenschenkel die Bedingungen gleich. Alle werden zusammengedrückt, auf allen werden Verschiebungsfugen ausgebildet, alle Platten, welche Gewölbeumbiegungen haben, werden

nach oben ausgepresst, alle mit Muldenumbiegungen werden relativ unten bleiben.

Die Deformation kann sich im mikroskopisch kleinen vollziehen (Ausweichungsclivage), oder sie kann makroskopische, selbst sehr grosse Gestalten annehmen.

Dieser Fall ist vielfach zu beobachten. Besonders häufig sehen wir ihn bei der engeren Fältelung innerhalb eines grösseren Gewölbebogens oder Muldenbogens. Oft wird dadurch die grosse Schichtfuge völlig gezähnt und eine Schicht greift mit Zähnen in die andere ein. Manchmal kann gleichzeitig die unter hohem Gebirgsdruck vermehrte Löslichkeit mancher Mineralien mitwirken, so dass auf solchen sich zähnenden Schichtfugen sich durch gleichzeitige Umlagerung, aber ohne dass wir uns je eine offene Fuge mit flüssiger Lösung vorstellen dürfen, Sekretionsmineralien anhäufen (Tafel IX, Fig. 6, Tafel VIII, Fig. 8 und 9).

In der grossen Mehrzahl der Fälle wird die mittlere Lage der sich fältelnden Schicht nicht haarscharf genau in die Druckrichtung und die Richtung des geringsten Widerstandes nicht genau senkrecht dazu stehen. Sobald aber in der relativen Lage dieser Dinge nur die geringste Abweichung stattfindet, sobald z. B. die Richtung der Maximalpressung oder die Richtung des geringsten Widerstandes im weiteren Verlaufe der Deformation nur um einige Grade von dem oben angegebenen abweicht, dann wird sofort die ganze Schar der abwechselnden Mittelschenkel der kleinen Fältchen anders beansprucht. Wir denken uns die Schenkelchen nummeriert; dann wird jetzt die Richtung der Zusammendrückung einen weniger steilen Winkel z. B. mit allen Schenkeln von geraden Nummern, einen steileren mit allen Schenkeln ungerader Nummern bilden. Die ersteren werden weniger, die letzteren um so viel mehr verquetscht und zu Schubflächen gesteigert (Tafel IX, Fig. 10). Oder die Richtung des geringsten Widerstandes, die Richtung des Ausweichens, stelle sich etwas schief zur Mittelrichtung der in beginnender Fältelung begriffenen Schicht (Tafel IX, Fig. 11): Sofort werden dann z. B. alle geradnummerigen Schenkelchen dem Ausweichen besser dienen können, indem sie genäherter in der Ausweichungsrichtung liegen, sie werden mehr gestreckt und verzerrt, alle ungeradnummerigen dagegen werden von der Schiebung dadurch gewissermassen befreit. Stehen alle in Betracht fallenden

Grössen in verschiedener Art schiefwinklig zu einander, so werden solche Wirkungen noch weiter sich steigern können. Die Fältchen werden unsymmetrisch. Die Gewölbchen werden nach der gleichen Richtung schief oder gar überliegend und dadurch erst werden die Schenkel differenziert in Mittelschenkel einerseits, Gewölbe und Muldenschenkel andererseits.

Aus dieser Betrachtung lernen wir folgendes: Wenn die Kräfte, welche auf eine in Fältelung begriffene Schicht wirken, nicht absolut symmetrisch gruppiert sind, so muss für alle geradnummerigen gegenüber allen ungeradnummerigen Faltenschenkeln eine wenigstens graduelle Differenz in der Umformung sich einstellen.

Das ist es, was wir fast überall beobachten! Darum finden wir in der Regel innerhalb einer Schubplatte nicht nur ein Gewölbe oder eine Mulde, sondern ein ganzes Fältchen, ein S. Darum sind nur die abwechselnden Mittelschenkel zu Schubflächen, Plattenfugen, Schieferungsfugen, oder wie wir das nennen wollen, ausgebildet worden, die anderen auf einem früheren Entwicklungsstadium zurückgeblieben. Die sogenannte Schuppenstruktur ganzer Scharen paralleler Bergketten ist durchaus die gleiche Erscheinung in grossem Masstabe. Stets ist in diesen Fällen mikroskopisch oder makroskopisch eine Stauung ungefähr in der Richtung der ursprünglichen Schichtung oder Schieferung die Veranlassung gewesen. Diese hat in einem ersten Stadium eine einfache Fältelung erzeugt; stets bedeutet die Ausbildung von Schubflächen auf den Mittelschenkeln ein vorgerückteres Stadium der Deformation und mit der Verschiebung auf diesen Schubflächen ist die eigentliche Fältelung zum Stillstand gekommen, die Deformation anders ausgelöst.

Ich muss hier auf das Bild einer fast mikroskopischen Fältelung zurückweisen, das ich schon im Mechanismus der Gebirgsbildung Atlas, Tafel XV, Fig. 7, 8 und 9 gegeben habe und das ich nur schematisch hier in Tafel IX, Fig. 9 andeute. Die sericitisierten Thonschieferschichtchen zwischen den Dolomitschichtchen weisen noch eine weitere feine Fältelung auf, und diese Fältelung hat zu verquetschten Mittelschenkeln mit Schubflächen geführt. Wir sehen hier deutlich die Ausweichungsrichtung nach der Gewölbe-

umbiegung hin gestellt (in Tafel VIII, Fig. 4, 6 und 7 noch kaum sichtbar, noch zu wenig vergrössert).

An diesem Präparate, Taf. IX, Fig. 9, aber erkennen wir auch, wie die Sekundärfältelung da, wo die Mittelfläche der Schichte symmetrisch zu den Kräften steht, also im Scheitelgebiet der Hauptfalte, keine Ungleichheit in der Ausbildung der Mittelschenkel, aber calcitische Verzahnung der Schichtfugen aufweist. Gegen die Schenkel der Hauptfalte hin, wo sich die abwechselnden Mittelschenkel der Sekundärfältchen zu Rutschflächen gesteigert haben, sind es im einen Schenkel die geradnummerigen, im andern die ungeradnummerigen, die so umgewandelt sind, dass das Bild dieser Sekundärfältchen in den zwei Schenkeln der Hauptfalte absolut symmetrisch wird. Was war denn aber in den beiden Schenkeln verschieden? Es war einzig der Winkel zwischen der sekundär sich fältelnden Schicht und der Ausweichungsrichtung. Für den einen Schenkel hatte dieser Winkel umgekehrten Sinn wie für den andern und desshalb mussten auch die Sekundärfältelungen gerade umgekehrt sich ordnen. Es kann wohl kaum einen klareren Beweis dafür geben, dass eben geringe Winkelabweichungen unter den einwirkenden Kräften oder Widerständen zum deformierenden Körper massgebend sind für die Auslese, welche die Deformation unter den verschiedenen Teilen einer Gesteinsmasse trifft. Dadurch werden Fugen, Sericithäute, Festigkeiten, Texturen, Ummineralisationen, Schlieren etc. gesetzmässig geordnet.

Ich muss nochmals auf die hie und da die gefältelten Schichtfugen begleitenden Sekretionen hinweisen.

Im Bündnerschiefer (Plessurthal, Via Mala etc. etc.) finden sich viele Calcitadern und auch Quarzadern, die ich als Exfiltration aus dem Gestein und Infiltration auf den Schichtfugen während des Faltungsprozesses ansehen muss. Sie machen mit den Schichtfugen auch deren Fältelungen mit. Die sie berührenden Schichten sind meist bruchlos umgeformt, es kann also nie eine leere Fuge entstanden sein. Diese Schichtfugensekretionen folgen aber nicht strenge dem Gesetze, dass die Faltenschenkel stets dünner, die Umbiegungsstellen dicker seien, wie es die primären Schichten ohne Ausnahme thun. Hieraus ist ersichtlich, dass sie nicht schon vor dem Faltungsprozess fertig vorhanden waren, sondern erst während desselben allmählich entstanden sein können. Wo sie ge-

zähnte Schichtfugen erfüllen, sieht man in der Regel die einen Linien des Zahnes nur als dünnes Sekretionshäutchen, die andern damit abwechselnden stark entwickelt. Die Zähnung zeigt hier eine gesetzmässige Unsymmetrie, erinnernd an die Zerquetschung der abwechselnden Mittelschenkel in Fältelungssystemen. Je die abwechselnden Verschiebungsflächen haben dann stärkere Sekretionsmassen. Recht häufig habe ich ferner solche gezähnte Schichtfugen in Kalksteinen, z. B. im Hochgebirgskalk der Windgällen, des Pfaffenkopfes, der Engelhörner etc. mit Calcitinfiltrationen gefunden. Tafel VIII, Fig. 8 und 9 sind die photographischen Abbildungen einer solchen Schichtfuge aus dem Scheitel einer Falte von einigen Metern Weite. Die Stücke stammen von der Windgälle und liegen in unserer Sammlung.

In besonders schöner Form stellen sich ferner feine Quarz und auch Calcitsekretionen auf den Umbiegungsstellen der Schichtfugen ein da, wo ein leicht zu sekundärer Fältelung geneigtes Schichtchen an ein steiferes grenzt. Der Fall ist z. B. sehr deutlich in zahlreichen Dünnschliffen der gefältelten Röthidolomit-Quartenschiefer-Schichten vom Puntaiglasgletscher zu verfolgen (Tafel VIII, Fig. 2—7 und Tafel IX, Fig. 9 und 13). Die Sekretionsquarzkörner zeigen undulöse Auslöschungen und eine Umbiegung und Ausstreckung, welche deutlich beweist, dass die Sekretion während der Fältelung entstanden ist, so dass die Anfänge der Sekretionsminerale von dem faltenden Druck stärker, die späteren Fortsetzungen successive schwächer beeinflusst worden sind. Das Vorkommen dieser Sekretionen in den Lücken zwischen den sekundärfaltigen glimmerigen Thonschichtchen einerseits und den Dolomitschichtchen andererseits, sowie das totale Fehlen auf den Mittelschenkeln, die Anhäufung nur in den Schichtfugen der Umbiegungsstellen, beweisen schon an sich, dass die Sekretion vor Beginn der Fältelung noch nicht vorhanden war, sondern erst in vorrückenden Stadien derselben entstanden ist. Die Sekretionen sind an den Stellen der geringsten Kompression entstanden. Das an andern Stellen weggequetschte Material ist gegen diese letzteren zugeströmt. Diese Wanderung der Molekule war zum Teil unterstützt durch Lösung und Absatz. Gewiss dürfen wir uns nicht auch nur vorübergehend eine wirklich klaffende Schichtfuge denken. Aber die Sekretionen sind gewissermassen ausgequetscht worden von den

Stellen grösster Kompression und angesaugt an die Stellen geringster Pressung, stetsfort dicht sich hineinlagernd und ohne je eine Lücke entstehen zu lassen. Jede offene Fuge hätte sofort die herrlichen Kurven der dolomitischen Schichtchen in ihrer Ausbildung zerstört und ein Trümmerwerk von Schichtstücklein, eine Dislokationsbreccie an Stelle der Fältelung geschaffen.

Zu unserem Ausgangspunkte, dem gefältelten Gneiss in der Schlucht von Dazio Grande zurückkehrend, weise ich noch darauf hin, dass wir es hier mit feiner Fältelung (Sekundärfältelung, vielleicht Tertiärfältelung, Mechanismus Seite 223, Band I) zu thun haben, welche sich mehr oder weniger der Scheitelregion einer grösseren liegenden Falte einordnet. Dem entsprechend sehen wir in der mittleren Region hie und da Wechsel in der Schubrichtung und nicht ganz selten beide Schenkel beiderseits einer Umbiegung zur Verschiebung geworden. Dagegen treffen wir auch hier vom Standpunkte, von welchem aus wir unser Bild (Tafel IX, Fig. 1 und 2, und schematisiert in Fig. 10) betrachten am linksseitigen (südlichen) Schenkel der Hauptfalte vorherrschend diejenigen Schenkelchen verquetscht, welche links am Gewölbchen der Sekundärfältchen anliegen. Am rechtsseitigen nördlichen Schenkel aber sehen wir nicht das symmetrische Bild wie bei Tafel IX, Fig. 9, sondern auch hier fallen vorherrschend die links dem Gewölbchen anliegenden Schenkelchen in die Plattenfugen. Wir erkennen hieraus, dass durch die ganze Masse hindurch vorwiegend die unteren Platten nach oben hinausgeschoben worden sind. Die Feinfältelung zeigt uns sicherer, wie die ganze Gebirgsmasse durch und durch in der letzten Phase der Stauung deformiert worden ist, als die grösseren Falten, die wahrscheinlich selbst nicht sehr wesentlich, sondern hier nur wieder einer noch viel grösseren untergeordnet sind. Das Bild der Zerknitterung der Erdrinde, das uns die Dazioschlucht bietet, ist also wiederum in manchen Dingen verschieden von anderen. Wir werden allmählich noch mehr solcher Typen kennen lernen können, es gilt nur die Fälle durch möglichst scharfe Beobachtung zu unterscheiden.

Noch verschiedene Variationen in der Ausbildung von Fältelungen und Verschiebungsflächen lassen sich erkennen: Wir sehen z. B. in der Schlucht von Dazio Grande oft Formen wie Taf. IX, Fig. 11, wo die Schubflächen erst nach intensiver Fältelung der Gneisse

entstanden zu sein scheinen und die Quetschung weiter gedieh bis die Plattenverschiebung eintrat. Andere Stellen, wie sie Taf. IX, Fig. 12 abbildet, zeigen die Schubflächen schon gleich nach begonnener Kräuselung entstanden, wahrscheinlich weil die Pressung lokal schiefer zur beginnenden Plattung sich stellte. Variationen dieser Art lassen sich auch sehr schön im Gebiete der Bündnerschiefer hinter Chur oder in der Via Mala, am Quartenschiefer des Puntaiglasgletschers etc. verfolgen.

Da es immer noch Querköpfe giebt, welche die reduzierten verkehrten Mittelschenkel einfach glauben leugnen zu können, und welche keine Ueberschiebung als aus einer Uebertreibung einer Falte hervorgegangen anerkennen wollen, so gebe ich hier bei diesem Anlasse zum Vergleiche noch die photographischen Abbildungen von einigen Schnittflächen auf einem gefalteten Quartenschiefer — Röthidolomit. Auch hier sieht man in allen Stadien, wie aus den verquetschten Mittelschenkeln Schubflächen und Plattenfugen hervorgehen (Tafel VIII, Fig. 2—7, besonders 3).

In den Fältelungen der Zwischenschichten von Röthidolomit und Quartenschiefer, in denjenigen im Gneisse von Dazio grande ist der ursprüngliche Mineralbestand sehr wenig verändert, die Deformation hat auch die feinste innere Struktur zum Teil unverändert belassen, sie hat die Textur mehr nur in den grösseren Formen mächtig geändert. Wenn wir das Ganze der Stauungsmetamorphose überblicken, wie sie in zahllosen Beispielen nicht nur aus den Alpen, sondern auch aus andern Gebieten studiert worden ist, so beachten wir mit Erstaunen, dass durchaus nicht immer einer stärkeren Umformung von Struktur, Textur, inbegriffen die Fältelung, einerseits auch eine stärkere Umwandlung des Mineralbestandes andererseits entspricht und dass das Verhältnis, in welchem die Textur und die Mineralien verändert werden, auch unabhängig ist vom Gestein, dagegen abhängig vom Ort. Am einen Ort ist ein Gabbro mit wenig Mineraländerung zum Gabbroschiefer gequetscht (Schams, Piz Curver), am andern Ort ist das gleiche Gestein zu einem Granatzoisitsmaragditfels oder einem Eklogit geworden, der völlig massig geblieben ist. Der eine Gneiss ist Gneiss geblieben, nur eng gefältelt (Dazio Grande) oder er zerfällt durch ein neues Clivage, welches die ursprüngliche Schieferung durchsetzt, in lauter

Stäbe (Frunthorn bei Vals), der andere ist ohne Veränderung der Schieferungslage sericitisiert (Untersandalp, Urserenthal). Der eine Granit ist in Sericitquarzfels umgewandelt, aber ganz massig geblieben (Taspinit in Schams), der andere ist ohne starke Sericitisierung zu Gneiss schiefrig gequetscht (Val Cristallina). Die fleckigen, mergeligen Schiltkalke sind am einen Ort (Bützistöckli Kt. Glarus) ohne die geringste Aenderung in der Zusammensetzung und Struktur, bloss texturell zu Gesteinsstäben ausgewalzt, am anderen (Fuss des Wetterhorn, Unter-Grindelwaldgletscher) in herrlichen bunten Marmor flaserig, durchzogen von chloritischen Häuten, umgewandelt. Dann giebt es wieder eine Masse von Dynamometamorphosen, wo texturelle und mineralische Umwandlung zusammengehen: Der schieferig gequetschte oder lineargestreckte Eisenoolith der Windgälle mit den zerrissenen Belemniten flimmert von Magnetitoktaederchen, die ganz unbeeinflusst von der Quetschschieferung das Gestein erfüllen, massige Quarzporphyre sind zu Sericitschiefern (Alpnov Maderanerthal, Piz Cavel Somvix etc.), massige dichte Kalksteine sind zu lineargestreckten Glimmermarmoren (Andermatt, Val Canaria, Piz Aul etc. etc.) geworden. Am scheinbar widersprechendsten sind diejenigen Fälle, wo ursprünglich schieferig textuierte Gesteine massig geworden sind. Ueberall, wo dies der Fall ist, hat eine starke Ummineralisation stattgefunden. Es ist mir bisher kein Fall bekannt geworden, wo schieferige Textur bei unverändertem Mineralbestand aufgehoben worden wäre. Schieferige Gesteine, ummineralisiert und massig geworden, sind z. B. manche aus liasischen Schiefern entstandene massige Granathornfelse (Bündner Schieferzug von Monte Sosto, Lukmanier, Val Piora, Val Canaria), die Marmore mit undeformierten marmorisierten Gryphaenen von Vanescha Val Lugnez, massige Eklogite in Platten aus Hornblendeschiefern entstanden (Piz Fanella), vielleicht auch manche andere massige Granat-, Zoisit-, Disthen- etc.-Gesteine, von denen nicht immer entschieden werden kann, ob sie aus ursprünglich schieferigen oder massigen Gesteinen entstanden sind. Und doch zeigt die Anordnung, Lagerung und Umgebung dieser Gesteinsmassen deutlich, dass auch hier die Stauung bei der Gebirgsbildung die Ursache der Umwandlung gewesen ist. Hätte man nicht erwarten sollen, dass jede Stauungsmetamorphose erst das Gestein schiefern und dann allmählich dazu noch umminerali-

sieren sollte, dass aber Gebirgsstauung es niemals massiger machen könne? Hätte man nicht erwarten sollen, dass die verschiedenen, die Textur und den Mineralbestand ergreifenden Umwandlungen bei bestimmten Gesteinen in bestimmter Reihenfolge auftreten müssten? Anstatt dessen beobachten wir, dass bei der Stauungsmetamorphose texturelle und mineralische Umwandlung unabhängig von einander bald das eine bald das andere stärker oder dass sie in wechselnder Reihenfolge sich geltend machen.

Wenn ich alle mir vor Augen stehenden bezüglichen Beobachtungen zusammenhalte, fällt mir auf, dass eine Mehrzahl der mir bekannten Beispiele von sehr vorherrschender Texturmetamorphose mit wenig Ummineralisation Regionen starker Bewegung des Gebirges, z. B. Regionen von gestreckten Mittelschenkeln etc. angehören. Dagegen gehören viele mir bekannte Fälle, wo die mineralische Metamorphose viel stärker ist, als die texturelle, wo also Gesteine massiger geblieben oder gar massig geworden sind, den tiefen Gewölbekernen oder den Muldenkernen grosser Faltenregionen, d. h. Stellen im Gebirge mit weniger Bewegung, mehr stehendem Drucke, an.

Hieraus ergiebt sich mir ein Gesichtspunkt zur Erklärung der wechselvollen Mischungen von mineralischer und textureller Gebirgsmetamorphose. Wir haben im Gebirge Regionen mit enormer Pressung ohne Gelegenheit zum Ausweichen, also ohne Bewegung, und wir haben umgekehrt im Innern des entstehenden Gebirges Zonen, wo ein Ausweichen der gepressten Massen leichter möglich ist. Wir haben Stellen, wo der Angriffspunkt der Pressung steht, andere wo er wandert. Darnach müssen zwei verschiedene Typen der Stauungsmetamorphose sich ausbilden:

1. Es ist einleuchtend, dass eine enorme Pressung fast ohne Möglichkeit, auszuweichen, eine massige Textur befördern muss, denn der Druck pflanzt sich in der Masse wie hydrostatischer Druck in allen Richtungen fort, keine Richtung giebt andere Bedingungen als eine andere, und unter der Molekularbeweglichkeit, welche Folge der latenten Plasticität ist, kann massige Ummineralisation eintreten. Unter solchen Bedingungen entstehen die spezifisch schwersten Minerale, zu welchen die vorhandene Substanz sich gruppieren kann (Saussurit, Zoisit, Granat, Rutil, Sillimanit, Disthen, Staurolith, Biotit, Sericit, Magnetit).

2. Es ist ebenso einleuchtend, dass, wenn Ausweichen des Gepressten nach einer Richtung eintreten kann, wie in einem Dampfkessel mit offenem Ventil, die ganze innere ummineralisierende Stauung nie so hoch steigen kann, dagegen wird die Bewegung mechanische Texturen erzeugen wie Fältelung, Clivage, Linearstreckung, Fluidaltextur, und wenn Ummineralisation eintritt, wird sie besonders die Ausbildung solcher Mineralien ergeben, welche die Beweglichkeit fördern durch geringe Reibung, Gleitflächen, geringe innere Festigkeit, wie das bei Sericit, Disthen, Glimmer, Chlorit, Talk, Graphit der Fall ist.

Dazu kommt ferner, dass im Verlaufe der Aufstauung eines gewaltigen Kettengebirges durch die sich folgenden Bewegungen die lokalen mechanischen Bedingungen sich verändern. Ein Gestein, das erst ohne ausweichen zu können, enorm gepresst worden ist, kann vielleicht später ausweichen; einem Gestein, das fliessend ausgepresst worden ist, kann später der Ausweg abgeschlossen werden. Der Wechsel der Bedingungen kann sich repetieren und stets wird eine entsprechende Wirkung eintreten.

Von diesen Gesichtspunkten aus wird es deutlich, dass die enorm mannigfaltigen und scheinbar gesetzlosen Kombinationen von textureller und mineralischer Dynamometamorphose durchaus selbstverständlich und notwendig sind, und dass in denselben für die gesamte Auffassung der Gebirgsmetamorphose kein Widerspruch liegt.

Stehende Pressung kann aber ausser durch die Gebirgsstauung auch durch den Druck überliegender Gesteine in grosser Tiefe entstehen. Die Ummineralisationen durch die Gebirgsstauung sind deshalb vielleicht nicht unbedingt charakteristisch für Gebirgsdislokation. Die blosse Last der überliegenden Gesteine kann aber nur dann horizontale Schieferung erzeugen, wenn die Gesteine noch in einem gewissen Grade zusammendrückbar sind. Das hat seine engen Grenzen; immerhin müssen wir anerkennen, dass eine gewisse Druckschieferung auch ohne Gebirgsdislokation möglich ist. Dagegen sind die kräftigen Texturmetamorphosen wie Fältelung, Transversalschieferung, Linearstreckung, Fluidaltextur bei Sedimenten, Knetstruktur etc. sicher nur Resultate der Gebirgsdislokation, denn nur bei dieser kombiniert sich enorme Pressung mit naher Gelegenheit zum Ausweichen, nur hier kann eine lebhaftere

innere Bewegung, eine Gesteinsdeformation eintreten, und nur in bestehenden oder ehemaligen Kettengebirgen, in Faltungszonen der Erdrinde finden wir diese Erscheinungen vollauf entwickelt.

Schon wiederholt ist die Frage erörtert worden, ob die mechanische Gesteinsumformung bei der Gebirgsbildung bloss direkt mechanisch erzeugt, oder durch Lösung und Wiederabsatz innerhalb der langsam sich deformierenden Gesteinsmasse bedingt sei.

Wenn wir Gesteine enorm linear gestreckt oder verknetet oder mit Clivage durchsetzt finden, ohne die geringste Ummineralisation, wenn dabei die feinsten ursprünglichen Strukturen unverändert geblieben sind, wenn, wie wir dies so oft in gestreckten Sedimenten finden, auch die innere Struktur feiner auseinander gezerrter Schalensplitter von Petrefakten in ihrer Ursprünglichkeit erhalten ist und die Differenz dieser Petrefaktenstrukturen mit den Strukturen des einschliessenden Gesteines völlig klar und unverändert geblieben ist, der gestreckte Schwamm, die gestreckte Ammonitenschale, der gestreckte Belemnit, die zerrissene Pinnaschale ihre charakteristische Struktur und Textur behalten haben, so müssen wir diese Umformung als eine direkt und rein mechanisch geschehene bezeichnen. Wenn im geringsten allmähliche Umlagerung mittels gepresster Lösung mitgewirkt hätte, so hätten sich die feinsten Strukturen und Strukturdifferenzen verändern müssen, denn niemals würde der Wiederabsatz die gleichen Struktureigentümlichkeiten nachahmen können, die das Weggelöste nach seiner Bildungsart gekennzeichnet hatten. Es giebt aber mächtig gefaltete Schichten, die gar keine Ummineralisation aufweisen. Gesteinsumformung bei der Gebirgsbildung unter allseitig hoher Belastung kann also thatsächlich durch rein mechanische Vorgänge zustande kommen. Neben dem Nachweis an der Beschaffenheit deformierter Gesteine ist die theoretische Erkenntnis, dass es so sein kann oder sogar so sein muss, wie ich sie im „Mechanismus der Gebirgsbildung“ (Bd. II S. 79) gegeben habe und noch weiter zu stützen in der Lage wäre, von nebensächlicher Bedeutung.

Andererseits sehen wir bei genauer Prüfung, wie neben der bloss mechanischen Deformation die Ummineralisation allmählich eintritt und weiter greift. Im gefältelten Röthidolomit-Quartenschiefer vom Piz Urlaun lässt sich am Röthidolomit der Umbiegungsstellen noch keine Strukturveränderung erkennen, und doch stellen sich auf den Schichtfugen der Umbiegungsstellen schon

Dolomitkrystallagen und zwischen den Sericitschieferschichtchen und den dolomitischen Quarzkrystalle ein. Nach dem Volumen des Umkrystallisierten im Vergleich zum Volumen des in der innern Struktur unverändert deformierten Gesteines möchte ich hier schätzen, dass wenigstens $^3/_4$ der Umformung rein mechanisch, höchstens $^1/_4$ unter Mithülfe von Lösung, Transport und Wiederabsatz sich vollzogen hat.

Wir denken uns dabei selbstverständlich nicht eine grosse Menge von lösender Flüssigkeit. Die allgemeine Gebirgsfeuchtigkeit mag ausgereicht haben. Die gleiche kleinste Wassermenge kann beständig wieder ins Spiel gegriffen haben. Der enorme Druck hat die Lösungskraft des Wassers mächtig vermehrt geràde an den am stärksten gepressten Stellen, und das hier Gelöste ist an die Stellen etwas geringerer Pressung intermolekular gewandert und hat sich sofort wieder abgesetzt. Hohlräume konnten nie entstehen. Jede Gegenwart von Hohlräumen hätte sofort das ganze Bild der Umformung geändert: das gepresste, sich schön fältelnde Gestein wäre in eine Dislokationsbreccie umgewandelt worden.

Manche durch Stauungsmetamorphose entstandene Mineralien sind wasserhaltig (Sericit aus Feldspat); da ist Mitwirkung des Wassers ja erwiesen. Viele andere sind nicht wasserhaltig; dies ist kein Gegenbeweis für die Mitwirkung des Wassers bei der Umlagerung. Wie sollen wir aber die Calcit-, Dolomit-, Quarzeinlagerungen auf den Schichtfugen der Umbiegungsstellen bezeichnen? Sicherlich passt dafür der Name Sekretion nicht, denn es war kein präexistenter Hohlraum vorhanden. Aber auch der Name Konkretion passt nicht, denn nicht Molekularkräfte, sondern von aussen kommender Druck hat die Bildung veranlasst und ihre Gestalt und Ordnung regiert. Es ist weder Sekretion noch Konkretion, es ist Lösungsumlagerung, bedingt durch die mechanische Stauung.

Die Lösungsumlagerung denke ich mir nur als eine vermehrte Molekularbeweglichkeit durch Mitwirkung der gepressten Feuchtigkeit. Dieselbe hat gewiss bei einer Menge von tiefer gehenden Ummineralisationen mitgewirkt. Die Entstehung von Sericitschiefern und Sericitgneissen aus Quarzporphyren ist ihr sicher zuzuschreiben und gewiss auch viele Umwandlungen von gestauten Kalksteinen in Marmore, Cippoline, von Thonschiefern in Granat-, Glimmer-, Zoisit-Gesteine etc. etc. Die Herren Petrographen vom

Fach, welche die Stauungsmetamorphosen untersuchen, denken stets an diese Fälle mit starker Ummineralisation. Aber sie gehen gewiss zu weit, wenn sie aus ihren Beobachtungen schliessen, dass die mechanische Gesteinsumformung bei der Gebirgsbildung nur dadurch vermittelt sein könne. Wenn ich einen Komplex dichter Kalksteinschichten in einem Bogen von 10, 100 oder 1000 m Radius umgekrümmt sehe, so dass die relative Bewegung und Verstellung der einen Teile des Schichtenkomplexes gegen die andern viele Meter betragen hat, während nicht die geringste Strukturveränderung oder Ummineralisation bemerkbar ist, so kann ich in diesem Falle doch diese Verstellungen um hunderte von Metern nicht als Summation solcher mikroskopisch feiner Lösungsumlagerungen annehmen. Das ist rein mechanischer Vorgang. Es kann sogar durchaus kein stichhaltiger Grund dafür angegeben werden, dass nicht auf dem rein trockenen Wege der mechanischen Deformation auch Ummineralisationen eintreten können, ja eintreten müssen. Man klammert sich nur deshalb immer an das rettende und allgegenwärtige Wasser, weil es offenbar so schwer hält, sich wirklich hineinzudenken in die mechanischen Zustände der Gesteine unter einer Belastung und einem Druck, der allseitig viel grösser ist, als die rückwirkende Festigkeit. Wenn da unten die Gebirgsfeuchtigkeit da ist, wird auch ihre umkrystallisierende Wirkung erleichtert und vermehrt sein, aber wir brauchen sie gar nicht notwendig; der Zustand der latenten Plastizität da unten muss notwendig schon ohne Wasser Umkrystallisationen im Sinne der Ausbildung der dichtesten Mineralien ergeben. Was also vielen als Bedingung erscheint, die Gegenwart des Wassers, erscheint mir nur als Erleichterndes. Da es wohl fast immer vorhanden ist, wird es fast immer in Wirkung treten. Und so anerkenne ich gerne, dass bei den meisten Stauungsmetamorphosen mit Ummineralisation die Lösungsumlagerung wesentlich thätig gewesen ist. Andererseits sollte man aber auch anerkennen, dass diejenigen enormen Deformationen der Gesteine, die ganz ohne jede Ummineralisation eingetreten sind, auf rein mechanischem Wege ohne Lösungsumlagerung sich vollzogen haben.

Das vorliegende Beispiel, Gneissfältelung im Gebiete der Schlucht von Dazio Grande, Tessin, hat uns wiederum gelehrt, dass eine sehr intensive innere Stauung ein geschichtetes und der

Schichtung parallel geschiefertes Gestein zu feiner Fältelung führen kann, dass das Phänomen der verquetschten Mittelschenkel wie in grossen Faltenformen, die Gebirgsketten bilden, so auch in den kleinen Fältchen bis hinab zur mikroskopisch feinen Zerknitterung sich einstellen kann, und wie aus dieser Feinfältelung eine Plattung hervorgehen kann, die eine Summation verquetschter Mittelschenkelchen ist und die mehr und mehr das Texturbild des Gesteines verändert. Geht es noch weiter als hier, so kommt bald noch ein höherer Grad der Quetschung dazu, welche auch das Innere der Platten ergreift und den Randflächen parallel flasert. Wir haben oft solche Uebergänge verfolgen können (Frunthorn bei Vals etc.). Die ältere Flaserung verwischt sich. Bald sieht man deren Fältchen nicht mehr, dann kann man bald auch die grossen Falten des Gebirges nicht mehr herauslesen, centralmassivische Schieferungseinförmigkeit tritt an ihre Stelle. Wir schliessen hieraus wiederum, dass manche Region der Centralmassive, die uns nur die alpin streichende steile einförmige Schieferung erkennen lässt, dennoch eigentlich eine Faltung ihrer Gesteinsmassen, sehr ähnlich derjenigen der Sedimentzonen enthalten kann, wie sie uns in einem so schönen Beispiele in der Schlucht von Dazio Grande noch erkennbar geblieben ist. Die Centralmassive haben sicherlich vielfach den aufliegenden oder sie fortsetzenden Sedimentketten ähnlichen Faltenbau auch da, wo die einförmigste Plattung und Schieferung nichts mehr davon sichtbar gelassen hat, und die Zerknitterung der Erdrinde ist oft noch viel hochgradiger, als es äusserlich den Anschein hat.

Nachtrag.

Einer meiner Schüler, Herr G. Allenspach, der sich für die Fragen der Deformation bei der Gebirgsbildung sehr interessiert, hat es übernommen, eine Partie Dünnschliffe durch gefaltete Gesteine vom Puntaiglasgletscher im petrogr. Institut unter Anleitung von Herrn Professor Grubenmann eingehender zu studieren. Herr Allenspach reicht mir darüber den Bericht ein, den ich nachstehend zum Abdruck bringe. Die zugehörige Figur ist Tafel ~~VIII~~ IX, Fig. 13.

Taf. ~~IX.~~ VIII.

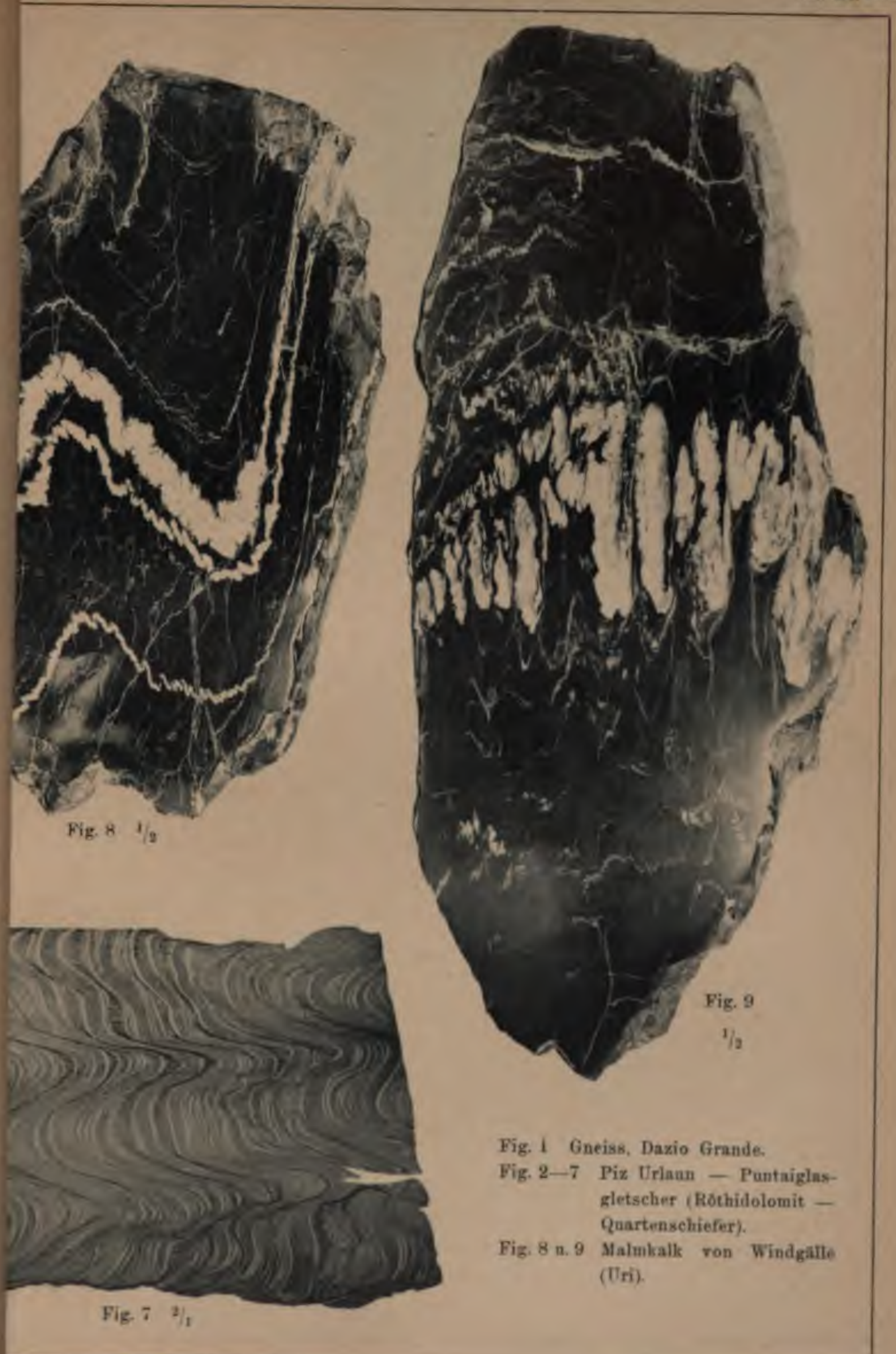


Fig. 1 Gneiss, Dazio Grande.
Fig. 2—7 Piz Urlaun — Puntaiglasgletscher (Röthidolomit — Quartenschiefer).
Fig. 8 u. 9 Malmkalk von Windgälle (Uri).

PHOTOTYPIE „POLYGRAPHISCHES INSTITUT" ZÜRICH

lungen und machen der Firma Voigt & Hochgesang in Göttingen alle Ehre.

Schon dem unbewaffneten Auge fällt die typische Faltung sofort auf. Am schönsten sind die Faltungserscheinungen aber bei schwacher Vergrösserung mit Objektiv No. 00 R. Winkel unter $\times$ Nicols zu verfolgen, wobei man den Vorteil hat, trotz Vergrösserung ein relativ grosses Gesichtsfeld zu überblicken. Wie bereits bemerkt, wechseln braune bis hellgelbe Schichten von Dolomit mit solchen von dunklem grünen Thonschiefer. Die Mächtigkeit der einzelnen Schichtchen wechselt sehr, beträgt aber an normalen Stellen im Maximum 1 mm. Im allgemeinen scheinen die Dolomitschichtchen etwas mächtiger zu sein als die Thonschieferschichtchen. Keine Partie ist von der Gebirgsstauung unberührt geblieben; Falte reiht sich an Falte. Die Mittelschenkel sind sehr gequetscht, reduziert, oft total ausgewalzt und zerrissen. Letztere Erscheinung betrifft teils nur die Schieferpartien, teils nur die Dolomitbänder, teils beide. Ebenso häufig trifft man natürlich alle möglichen Uebergänge einer normalen Falte zur vollständigen Faltenüberschiebung. An den Umbiegungsstellen sind die Dolomitpartien ebenso wie die Schieferschichten stark verdickt und an diesen Stellen glaubt man zwischen den Schichten mit blossem Auge oder mit gewöhnlichem Mikroskop „klaffende Fugen“ zu treffen. Mit $\times$ Nicols aber erkennt man an Stelle dieser Fugen Quarzkörner, mehr oder weniger stark undulös auslöschend. Nirgends ist eine Spalte, eine Fuge oder ein Loch zu treffen. Jede scheinbare Lücke ist mit Quarz ausgefüllt.

Untersuchen wir zunächst die drei Hauptpartien einer einzelnen Falte.

1. Der Thonschiefer. Den weitaus grössten Anteil an seinem Aufbau nimmt ein farbloser bis grünlicher Glimmer; nach seiner fast geraden Auslöschung, seinem schwachen Relief und seiner starken Doppelbrechung ist derselbe als Muscovit zu erkennen. Er erscheint in leistenförmigen Durchschnitten mit deutlich sichtbarer Spaltbarkeit nach (001). Der Muscovit ruht folglich mit seiner Basisfläche in der Schichtebene. Quarz ist ungewöhnlich spärlich zu finden; er bildet kleine, unreine flach linsenförmige Aggregate, die vollständig von Muscovit eingeschlossen sind. Da er mit dem Muscovit gestaut wurde, löscht er undulös aus. Neben

diesen primären Quarzen erkennt man noch eine sekundäre, völlig reine Quarzablagerung durch Sekretion, ganz unregelmässig und verschieden geformt. Meist ist es eine Lücke im Muscovit, die durch die Faltung entstanden sein mag, in welche der Quarz als ausfüllende Sekretion eindrang. Diese Bildungen sind teils stark, teils wenig, teils gar nicht undulös auslöschend, wahrscheinlich je nachdem sie zu Beginn, während oder erst am Schlusse der Faltung entstanden sind. Hie und da kommt als Nebengemengteil noch Rutil vor, kenntlich durch braunrote bis gelbliche Färbung, sehr hohes Relief und starke Doppelbrechung. Seine Nädelchen sind aber nur bei ganz starker Vergrösserung zu erkennen.

Häufiger als Quarz und Rutil sind Eisenmineralien. Unter denselben erkennt man Hämatit, Limonit und Pyrit; Hämatit in rotbraunen bis roten Blättchen mit gerader Auslöschung und mittlerem Relief; Limonit unregelmässig, meist fein zerteilt; Schwefeleisen in scharfbegrenzten, schön metallisch glänzenden speisgelben Kryställchen. Hämatit ist oft und leicht zu finden, während Pyrit nur ganz selten vorkommt.

Die ursprüngliche Paralleltextur ist noch an den meisten Orten mehr oder weniger deutlich erhalten. Durch weitgetriebene Faltenverwerfungen geht dieselbe stellenweise aber verloren und macht einem Clivage Platz. Der Thonschiefer ist ein plastisches Material; er bildet innerhalb einer Falte eine Menge kleinerer Falten: wir wollen sie Mikrofalten nennen. Diese sind natürlich nicht an den Umbiegungsstellen am häufigsten zu treffen, sondern in der Nähe der Umbiegungsstellen auf den Schenkeln. An den Umbiegungsstellen selbst verwandeln sie sich in einen sanft wellenförmigen Schichtenverlauf. Gegen die Mittelschenkel hin nehmen sie an Zahl ab, gehen aber dafür meist in Faltenverwerfungen über, nehmen also an Intensität zu.

In den Mittelschenkeln der Mikrofalten beobachtet man hie und da nicht nur starke Faltenüberschiebungen, sondern auch Bruchstellen, die aber schon während ihres Entstehens durch Quarz ausgefüllt wurden. Da diese Quarzsekretionen nach ihrer Ausscheidung auch wieder durch Druck beeinflusst wurden, zeigen sie undulöse Auslöschung; sie müssen sich also während der Faltung gebildet haben. Eine solche Bruchstelle durchzieht oft das ganze Band; manchmal sind nur einzelne kleinere Partien

gebrochen. Es giebt auch Fälle, in welchen das Glimmerband zwar zerrissen, die Lücke aber durch Glimmerblättchen selbst wieder ausgefüllt ist. Diese Verbindungsblättchen liegen nicht regellos zwischen den ebenfalls gequetschten Gewölbe- und Muldenschenkeln; sie lassen vielmehr meist noch die ursprüngliche Lage des gequetschten und nun zerissenen Mittelschenkels erkennen. An solchen Orten ist die Schleppung an den Gewölbe- und Mulden-Umbiegungen deutlich zu beobachten.

2. Der Dolomit. Wenn man von einem Handstück unseres Materials ein Stück eines braunen bis gelben Schichtchens abtrennt und dasselbe mit Essigsäure übergiesst, so reagiert es in keiner Weise; mit kalter verdünnter HCl braust es schwach; erst beim Erwärmen findet eine lebhafte CO_2-Entwicklung statt. Die entstehende Lösung ist jedoch nicht klar, sondern durch Gegenwart von Eisensubstanzen gelblich gefärbt und reagiert sehr deutlich mit Ferrocyankalium auf Eisen. Das Schichtchen besteht also aus typischem Dolomit.

Unter dem Mikroskop erkennt man bei $\times$ Nicols sofort zwei total verschiedene Vorkommen des Dolomites. Schon in der Einleitung wurde bemerkt, dass Dolomitschichtchen und Schieferschichtchen in den Faltenumbiegungen stark verdickt sind und dass zwischen den einzelnen dieser Schichten scheinbar klaffende Fugen durch Quarz ausgefüllt werden. Die einzelnen Dolomitschichtchen sind nach oben und unten gut abgegrenzt; der scharfe Rand bildet oft schöne, regelmässige Kurven. An diese im grossen Ganzen eine Einheit bildenden Schichtchen schliessen sich auf beiden Seiten grössere, selbständige, längliche und meist gut abgegrenzte einzelne Dolomitkrystalle an. Dem Beobachter fällt sofort in die Augen, dass diese einzelnen Krystalle von den Dolomitschichtchen vollständig unabhängig sind und auf einem andern Wege entstanden sein müssen.

Betrachten wir zunächst die Dolomitschichten. Dolomit unterscheidet sich bekanntlich mikroskopisch hauptsächlich dadurch von Calcit, dass er nicht eine allotriomorph-körnige, sondern eine mehr oder weniger panidiomorph-körnige Struktur besitzt. Die einzelnen Kryställchen verzahnen sich nicht allseitig wie im körnigen Kalk, sondern sie berühren sich in kleineren Flächen. Ihr Gefüge erscheint dadurch locker, zuckerartig. Diese zucker-

körnige Struktur ist in unserm Falle von grosser Bedeutung; sie giebt dem Dolomit eine gewisse Gelenkigkeit. Es ist damit die Möglichkeit gegeben, dass ein gewisses Mass von Umformung vor sich gehen kann, ohne sichtbaren Bruch zu erzeugen. Unter starker Vergrösserung ist an den Umbiegungsstellen die „Zuckerstruktur" oft noch sehr deutlich zu erkennen; man trifft schöne und gut ausgebildete Rhomboëder; deutlich umgrenzte Krystallaggregate sind eine häufige Erscheinung.

Ist das zuckerkörnige Gefüge, welches eigentlich einer richtungslosen Textur entspricht, nicht mehr vorhanden, so hat es etwelcher Parallelanordnung Platz gemacht. Die einzelnen Individuen sind immer noch relativ selbständig; ihre Gestalt ist aber etwas länglicher geworden; die Hauptausdehnung geht natürlich parallel der Schichtung. Je mehr man sich von den Umbiegungsstellen nach den gequetschten Schenkeln hin bewegt, desto mehr nimmt diese Erscheinung überhand; am stärksten ist sie in den ausgewalzten Schenkeln selbst ausgeprägt. Die einzelnen Kryställchen werden immer dünner und länger, und erscheinen schliesslich flach gequetscht. Dennoch bildet jedes Individuum eine Krystalleinheit; es ist nicht zusammengesetzt, d. h. kein Aggregat, was daraus hervorgeht, dass es unter × Nicols einheitliche Polarisationserscheinungen erzeugt. Der einzelne Krystall ist gequetscht worden. Die Masse des einzelnen Körnchens ist dabei die gleiche geblieben; nur die Form hat sich geändert.

Ueber eine analoge Erscheinung giebt Professor Heim im „Mechanismus der Gebirgsbildung" II (pag. 54) auf Tafel XV, Fig. 10 eine Abbildung eines Dünnschliffes durch gestauten dichten Hochgebirgskalk von Fernigen, Uri, und schreibt dazu:

„Fig. 10, Tafel XV stellt einen Dünnschliff parallel der Schieferung von einer Kalksteinplatte dar, in deren Ebene ein abgerissener Belemnit lag (Meyenthal). Hier ist nicht nur senkrecht zur Schieferebene, sondern auch in der Schieferebene selbst die Ausbildung keine gleichförmige mehr, es sind alle kleinsten Körner in der Streckungsrichtung des Belemniten ebenfalls gestreckt, jedoch ohne die geringsten Zerreissungen. Die Körner, die früher höchstens in der Schichtebene etwas lamellar oder tafelartig waren, sind jetzt linear gestreckt. Dadurch entsteht eine sehr feine Struktur, welche allerdings in den von mir bis jetzt untersuchten

Fällen sich nicht auffallend als Schieferung beim Zerbrechen kund giebt, wie das Ausweichungsclivage, doch immerhin fühlbar wird."

Professor Heim nennt diese Erscheinung Mikroclivage zum Unterschied von Ausweichungsclivage. Bei Mikroclivage wird jedes Teilchen durch Clivage verändert, während beim Ausweichungsclivage innerhalb grösserer Gesteinsschuppen die ursprüngliche Mikrostruktur unverändert bleibt.

Für unsere Untersuchungen lagen nur Schliffe senkrecht zur Schichtung vor; die unsererseits beobachteten Erscheinungen stimmen aber mit den oben citierten so gut überein, dass an der Thatsache, in den Mittelschenkeln liege auch Mikroclivage vor, nicht zu zweifeln ist. Unsere Präparate bieten noch den Vorteil, den allmählichen Uebergang der ursprünglichen „Zuckerstruktur" zum ausgesprochenen Mikroclivage deutlich verfolgen zu können.

Im Dolomit liegen unregelmässig zerstreut eine Menge Krystallaggregate von Hämatit, oft gut und deutlich in rötlichen, gelben Täfelchen, oft unregelmässig punktförmig verteilt. Immerhin ist zu bemerken, dass in den gequetschten Schenkeln mehr Hämatitkryställchen zu finden sind, als an den Umbiegungsstellen und dass sie sich in den ersteren in mehr streifenförmiger Anordnung vorfinden, welche Erscheinung wohl mit dem Auswalzen der Mittelschenkel zusammenhängt.

In den Schenkelpartien liegt eine Facies lentikularer Textur vor; die Dolomitbänder wie die Thonschieferschichten sind stark gepresst; oft keilen sie sich aus; an einzelnen Orten umschliessen langgezogene Glimmerpartien noch einzelne Dolomitschichtchen; an andern Orten wiegt Dolomit vor und in demselben sind umgekehrt kleine Schieferlinsen eingeschlossen. Sehr oft wechseln linsenförmige Dolomitpartien mit analogen aus Thonschiefer.

Es wurde bereits oben die Vermutung ausgesprochen, dass das zuckerartige Gefüge der Dolomitmasse eine gewisse „Gelenkigkeit" verleihe, die eine innerhalb bestimmter Grenzen sich vollziehende Umformung ohne Bruch gestatte. In den allermeisten Fällen genügte anscheinend diese Eigenschaft, den unter hohem Gebirgsdruck wirkenden Horizontalschub auszulösen. Bruchstellen sind eine seltene Erscheinung, kleinere Risse an den Umbiegungsstellen etwas häufiger; sie sind nicht geradlinig begrenzt, sondern die Trennungslinien folgen den Umrissen der Kryställchen; auch

sind solche kleine Risschen schon während ihres Entstehens wieder mit einzelnen grössern Dolomitkryställchen oder mit Quarzsekretionen ausgefüllt worden.

Vollständiger Bruch des Dolomitbandes ist mir nur in einem einzigen Falle bekannt. Ueber und unter der Bruchstelle sind die Schieferschichten intakt geblieben und zeigen die gewöhnlichen typischen Faltungserscheinungen. Die Bruchstelle ist wieder mit Dolomitsekretionen ausgefüllt; auch Quarzkörner traten in die Lücke ein. Die als Sekretion abgesetzten Quarz- und Dolomit-Kryställchen sind in ihrer Gestalt unverändert geblieben; Quarz löscht nicht undulös aus. Es ist daraus zu schliessen, dass dieser Bruch erst gegen Ende der Faltung entstanden sein wird. Er bildet aber, wie schon bemerkt, eine Ausnahme und wurde nur der Vollständigkeit halber hier noch erwähnt.

Die einzelnen Dolomitkryställchen an der Grenze von Dolomitband und Quarzsekretionen bilden eine Erscheinung für sich. Die Begrenzungslinie der Dolomitschichtchen, der äussere sowie der innere Rand sind scharf, sie bilden meist mehr oder weniger schön geformte Bogenlinien. An diese schliessen sich, in die Quarzsekretionen eingebettet und von diesen oft ganz umgeben, grosse, hie und da krystallographisch sehr schön und gut umgrenzte Dolomitindividuen. Sie liegen einzeln isoliert; in den wenigsten Fällen berührt das eine das andere; sie sind länglich, mehr oder weniger parallel gestellt und nehmen dabei die Richtung des Ausweichens, d. h. des Minimaldruckes ein. Der Grad der Vollkommenheit ihrer Ausbildung ist selten symmetrisch zur Axe der Falte. In den meisten Fällen sind sie auf der einen Seite bedeutend schöner und grösser als auf der andern. Sehr schön ausgebildet kann man sie an mehreren Umbiegungsstellen finden. Auf die Frage, wie diese einzelstehenden Dolomitkryställchen entstanden sind, werden wir noch zurückkommen.

3. Die Quarzsekretionen. Zwischen den Thonschiefer- und Dolomitschichten finden sich in der Region des Biegungsscheitels scheinbar klaffende Schichtfugen; bei $\times$ Nicols aber stellt sich heraus, dass diese Räume dicht durch Quarz ausgefüllt sind, der lückenlos in alle Ecken und kleinsten Winkel eingedrungen ist. Dieses Auftreten weist deutlich darauf hin, dass er hier nicht primär sein kann, sondern Sekretionen bildet. Er ist immer nur da zu

treffen, wo sich ein Hohlraum, eine Fuge hätte bilden können. Es ist darum zu erwarten und auch den Thatsachen vollständig entsprechend, dass sich in den gequetschten Mittelschenkeln niemals Quarz vorfindet. Von den Umbiegungsstellen gegen die Schenkel hin keilt er sich aus und fehlt vollständig in den gepressten Partien der Schenkel. Die einzelnen Quarzindividuen sind länglich und lassen alle Uebergänge von normaler bis zur stark undulösen Auslöschung erkennen. Sehr interessant ist die Lage der einzelnen Krystalle. Alle Fältelchen einer ganzen Region zeigen die gleiche Orientierung der Sekretionskrystalle. Stellen wir z. B. eine Umbiegung, so wie es Fig. 13, Tafel IX zeigt, so finden wir bei dieser wie bei allen konvex nach oben gerichteten die Quarze auf der linken Seite der Faltenaxe stets stark gebogen.

Zwischen dem äussern Bogen der Schieferschichten und dem innern Bogen der Dolomitpartie befindet sich die Umbiegungsstelle links, das Knie derselben schaut gegen den Mittelschenkel; zwischen dem innern Bogen der Schieferschichten und dem äussern Bogen der Dolomitpartie ist das Knie der gebogenen Quarzkrystalle gegen rechts, also gegen den Gewölbescheitel gerichtet.

Auf der ganzen linken Seite sind diese Verhältnisse sehr gut ausgeprägt. Auf der rechten Seite kann die gleiche Erscheinung wohl noch beobachtet werden. Sie nimmt aber vom Gewölbescheitel an rasch ab und ist bald nicht mehr zu verfolgen. Die Quarzpartie einer Falte ist also ganz unsymmetrisch gebaut. In einem und demselben Schliff verhalten sich alle diese Quarzsekretionen gleich. Nie trifft man die Erscheinung, dass linke und rechte Seite ihre Rolle vertauscht hätten.

Wir haben bis jetzt eine kurze Uebersicht über die mineralogische und texturelle Beschaffenheit der drei Hauptelemente unserer Dünnschliffe gewonnen und wollen nun versuchen, eine Erklärung dieser Verhältnisse, besonders der interessanten Unsymmetrie im Auftreten der einzelnen Dolomitkryställchen und der Quarzsekretionen zu geben.

Vor Beginn des Zusammenschubes der Erdrinde lagen die Schichten horizontal; Schichtchen von Dolomit wechselten mit Schichtchen von Thonschiefer. Die ganze Zone war bedeckt mit Quartenschiefer, Jura, Kreide und Eocaen, d. h. mit einem

Schichtenkomplex von über 1000 m Mächtigkeit. Der Prozess des Horizontalschubes begann; die äussern Schichten stauten sich in Falten mit mehreren 100 m Radius. Innern Schichten war diese Art des Ausweichens unmöglich, die darüber liegende Last war zu gross, als dass sie in ähnlichen Dimensionen hätten gefaltet werden können. Die herrschende und immer zunehmende Spannung der Erdrinde musste auf andere Weise gelöst werden. Wäre das Material ein homogenes gewesen, z. B. ein dichter Kalkstein, so würde senkrecht zum Maximaldruck einfaches Mikroclivage entstanden sein, wie z. B. im dichten Hochgebirgskalk im Meyenthal, Uri (A. Heim, Mechanismus der Gebirgsbildung II, pag. 54). Da das Material aber nicht homogen war, sondern aus abwechselnden Schichten von mehr oder weniger panidiomorph-körnigem Dolomit einerseits und feinschieferigem Thonschiefer anderseits, also aus zwei mechanisch sich verschieden verhaltenden Gesteinsmassen bestand, bildeten sich kleine Falten; eine schloss sich an die andere an, oft hunderte auf einige Meter Distanz. Gewölbe-, Mittel- und Muldenschenkel der einzelnen Falten wurden durch den Druck parallel gestellt. Gewölbe- und Muldenumbiegungen wichen in der Richtung des Minimaldruckes nach oben und unten aus; die Schenkel wurden gepresst, gequetscht. Sie wurden immer dünner, die Umbiegungsstellen immer mächtiger. Der Thonschiefer begann sekundare Fältelchen, Mikrofalten zu bilden, die anfänglich mehr oder weniger senkrecht zum Radius der Falten gestellt waren. Zwischen den einzelnen Thonschiefer- und Dolomitbändern bildeten sich durch fortgesetzten Zusammenschub und durch fortwährendes Ausweichen in der Richtung des Minimaldruckes kleine Fugen. Durch Sekretion von Quarz wurden aber diese Fugen wieder ausgefüllt. Infolge langen Andauerns dieses Vorganges wuchsen die anfänglich kleinen Quarzsekretionen allmählich zu grössern länglichen Krystallindividuen an, deren Längsaxen in der Richtung des Minimaldruckes gestellt waren. In der grossen Mehrzahl der Fälle sind die Quarzkrystalle so orientiert, dass ihre c-Axe mit der Richtung grösster Ausdehnung zusammenfällt. Neben Quarzsekretionen haben sich auch neue Dolomitkrystalle gebildet, die in analoger Weise wie die Quarze gewachsen sind; sie nahmen ihren Anfang an der Grenze von Dolomitschichtchen und Quarzpartien und wuchsen nach und nach ganz in diese hinein. Hie

und da wurden sie vom Muttergestein auch ganz abgelöst und gerieten dann in die Quarzsekretionen. Dolomitkryställchen sowie Quarzindividuen sind allmählich entstanden; ihr Wachstum war mit dem Stauungsprozess enge verknüpft und ging wie dieser enorm langsam vor sich.

Die Mikrofalten des Thonschiefers wurden allmählich steiler gestellt; der anhaltende Druck suchte sie der Ausweicherichtung parallel zu stellen. An einzelnen Orten ging dadurch die Schichtung nach und nach verloren und machte Verschiebungsflächen Platz; es entstand eine Transversalschieferung (Clivage).

Nehmen wir einmal an, die Ausweicherichtung stehe senkrecht zum Maximaldruck und denken wir uns in ersterer Richtung eine Axe durch die Falte gelegt, so müssen bei Ausschluss störender Umstände beide Seiten der Falte symmetrisch gebaut sein. Symmetrisch verhalten sich in unsern Schliffen aber nur die zusammenhängenden Dolomitschichten; die Thonschieferschichten und die Dolomitsekretionen sind nur zum Teil symmetrisch; die Quarzpartien vollständig unsymmetrisch.

Diese Thatsachen zwingen zur Annahme, dass die Ausweichungsrichtung nicht senkrecht zum Maximaldruck stehen konnte, sondern dass sie mit demselben einen etwas kleineren Winkel bildete. Nehmen wir an, sie liege wie in Fig. 13, Tafel IX angegeben, in der Richtung von links unten nach rechts oben, weiche aber nicht sehr stark von der eines rechten Winkels ab. Die Schenkel der Dolomitbänder werden durch diese Aenderung in ihrer Lage wenig oder meist gar nicht betroffen. Sie bleiben nach wie vorher symmetrisch zur Axe der Falte. Nicht so die Thonschiefer; die Mikrofalten auf der linken Seite werden in ihrer Richtung geändert, gedreht wie der Zeiger einer Uhr, und suchen sich der Ausweichungsaxe parallel zu stellen. Ihr äusserer Rand wird nach rechts oben, ihr innerer Rand in umgekehrter Richtung nach links unten bewegt. Durch diese Drehung wurde unausgesetzt Platz geschaffen für neues Wachstum der Quarzkrystalle. So wuchsen sie als Sekretionen in die Länge, aber nicht in einer geraden Linie, sondern sie nahmen Bogengestalt an. Oft trat der Fall ein, dass solche gebogene Quarzindividuen durch weitern Gebirgsdruck nachträglich wieder beansprucht wurden; dann löschen sie undulös aus. Oft aber konnten sie die einmal durch stetes

Wachstum erhaltene Gestalt auch beibehalten; bei solchen ist keine undulöse Auslöschung bemerkbar. Hat die Ausweichebewegung oben genannte Richtung eingeschlagen, so wird die unsymmetrische Stellung der Quarzsekretionen leicht erklärlich. Die durch den Horizontaldruck erzeugte Ausweichebewegung wirkt auf der linken Seite unter steilem Winkel auf die Schenkel der Mikrofalten und sucht sie zu sich selbst parallel zu stellen. Von der Umbiegung an nach rechts wird dieser Winkel immer kleiner, die Tendenz zur Verschiebung deshalb schwächer. Findet aber auf der rechten Seite diese allmähliche Drehung der Thonschieferschichten nicht statt, so ist auch das Wachstum der sich ausscheidenden Quarze kein bogenförmiges, sondern ein geradliniges. Dass die Mikrofalten auf der rechten Seite schliesslich doch eine steilere Parallelstellung annehmen, ist weniger dem Ausweichen, als der direkten Pressung zuzuschreiben.

Nach all diesen Erscheinungen ist zu schliessen, dass der Horizontalschub der Erdrinde nur sehr langsam ausgeglichen wurde. Alle Phasen und Arten der Bewegungen sind enge aneinander geknüpft und die eine durch die andere bedingt. Durch lokale Zufälligkeiten: z. B. Heterogenität des Materials, Veränderung der Richtung der Druckkraft, sind die einzelnen Falten in ihrer Gestalt unter sich oft verschieden; die oben angegebenen Charaktermerkmale aber sind bei allen mehr oder weniger gut ausgeprägt. Spalten konnten sich nicht ausbilden; sobald irgend welche Anlage dazu vorhanden war, drang Quarzlösung von den am stärksten gepressten Stellen weg an die Zugstellen hin, um sofort auszufüllen. Die Sekretion ging der Faltung und Stauung parallel.

Die den Bernoulli'schen Zahlen analogen Zahlen im Körper der dritten Einheitswurzeln.

Von

Karl Matter.

---

§ 1.

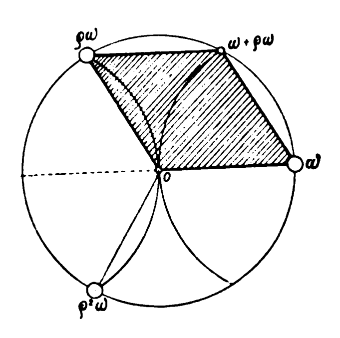
Stellung der Aufgabe.

Im 51. Bande der mathematischen Annalen hat Hurwitz für die Entwicklungskoeffizienten der lemniskatischen Funktion ähnliche Eigenschaften nachgewiesen, wie sie die Bernoulli'schen Zahlen, die Entwicklungskoeffizienten der Kotangente, besitzen.[1])

Ausgehend von den Untersuchungsmethoden dieser eben citierten Arbeit soll nun im folgenden angestrebt werden, für die Weierstrass'sche Funktion $\wp\ (u;\ 0{,}4)$ das Nämliche zu leisten; es soll sich also darum handeln, die Entwicklungskoeffizienten dieser Funktion eingehend zu untersuchen. Es ist dies diejenige doppeltperiodische Funktion, die mit den Zahlen $a + b\varrho$, unter ϱ die dritte Einheitswurzel verstanden, die der Gleichung genügt:

$$\varrho^2 + \varrho + 1 = 0,\text{}^{2})$$

in Beziehung gebracht werden kann. Ihr Periodenparallelogramm ist ein Rhombus vom Winkel 120°; ist die eine Primitivperiode ω, so ist die andere $\varrho\omega$; in nebenstehender Figur ist die Entstehungsweise dieses Rhombus' bildlich veranschaulicht.



Während die Bernoulli'schen Zahlen B_n durch die Gleichung

---

[1]) A. Hurwitz, Ueber die Entwicklungskoeffizienten der lemniskatischen Funktionen, Math. Annalen, Band 51, pag. 196.

[2]) Eine ausführliche Theorie der Zahlen $a + b\varrho$ findet sich in Paul Bachmann, Die Lehre von der Kreisteilung, Teubner 1872.

$$\sum_{r}{}'\left(\frac{1}{r^{2n}}\right) = \frac{(2\pi)^{2n}}{(2n)!} B_n \qquad (n = 1, 2, 3 \ldots)$$

definiert werden können, wobei die Summe über alle positiven und negativen reellen ganzen Zahlen mit Ausschluss der Null (was durch das Komma neben dem Summenzeichen angedeutet ist) zu erstrecken ist und die Zahl π als Wert des Integrals

$$\pi = 2\int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}}$$

aufgefasst werden kann; während in entsprechender Weise die Hurwitz'schen Zahlen E_n durch die Gleichung

$$\sum_{r,s}{}'\left\{\frac{1}{(r+is)^{4n}}\right\} = \frac{(2\omega)^{4n}}{(4n)!} E_n \qquad (n = 1, 2, 3 \ldots)$$

definiert worden sind, wobei die Summe über alle komplexen ganzen Zahlen $r + is$ mit Ausschluss der Null zu erstrecken war und die Zahl ω den Wert des Integrals

$$\omega = 2\int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{1-x^4}}$$

bedeutet hat, sollen nun die Zahlen $F_1, F_2, \ldots F_n \ldots$ durch die Gleichung

$$(D) \qquad \sum_{r,s}{}'\left\{\frac{1}{(r+s\varrho)^{6n}}\right\} = \frac{(2\omega)^{6n}}{(6n)!} F_n \qquad (n = 1, 2, 3 \ldots)$$

definiert werden. Die Summe ist über sämtliche komplexe ganze Zahlen $r + s\varrho$ mit Ausschluss der Null zu erstrecken, wobei ϱ die bereits erwähnte dritte Einheitswurzel

$$\varrho = \frac{-1 + i\sqrt{3}}{2}$$

bedeutet, während der Zahl ω hier der Wert des Integrals

$$\omega = 2\int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{1-x^6}}$$

zukommt.

Sind die Zahlen F_n auf diese Weise eingeführt, so wird man erwarten dürfen, dass sie im Gebiet der komplexen ganzen Zahlen $a + b\varrho$ eine analoge Stellung einnehmen werden wie die Hurwitz-

schen Zahlen E_n im Gebiet der komplexen ganzen Zahlen $a+ib$ oder die Bernoulli'schen Zahlen B_n im Gebiet der reellen ganzen Zahlen. Die vorliegende Arbeit soll nun als Hauptziel die sogenannte Partialbruchzerlegung der Zahlen F_n ins Auge fassen. Man wird in Bezug auf diese Darstellung ein fundamentales Gesetz aufstellen können, das für die Zahlen F_n genau dasselbe besagt, wie das im v. Staudt-Clausen'schen Satz ausgesprochene Gesetz für die Bernoulli'schen Zahlen.

§ 2.

Die Zahlen F_n als Entwicklungskoeffizienten.

Aus der Definitionsgleichung (D) der Zahlen F_n geht hervor, dass man diese Zahlen als Entwicklungskoeffizienten der doppeltperiodischen Funktion

$$\wp(u) = \frac{1}{u^2} + \sum_{r,s}{}' \left\{ \frac{1}{[u-(r+s\varrho)\omega]^2} - \frac{1}{[(r+s\varrho)\omega]^2} \right\} \tag{1}$$

erhalten kann. Denn durch Entwicklung dieser Summe nach aufsteigenden Potenzen von u ergiebt sich, wenn man zugleich noch von der Gleichung (D) Gebrauch macht:

$$\wp(u) = \frac{1}{u^2} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2^{6n} \cdot F_n}{6n} \cdot \frac{u^{6n-2}}{(6n-2)!}. \tag{2}$$

Die reelle Periode ω dieser Funktion gewinnt mit Anwendung der Substitution $x = \frac{1}{\sqrt{y}}$ die Form

$$\omega = 2\int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{1-x^6}} = 2\int_1^\infty \frac{dy}{\sqrt{4y^3-4}} \tag{3}$$

Die Weierstrass'schen Invarianten von $\wp(u)$ haben also die Werte

$$g_2 = 0, \; g_3 = 4,$$

sodass $\wp(u)$ die Differentialgleichung

$$\wp'^2(u) = 4\wp^3(u) - 4 \tag{4}$$

befriedigen wird.

Aus dieser Differentialgleichung kann nun für die Berechnung der Zahlen F_n eine Rekursionsformel gewonnen werden. Durch nochmalige Differentiation geht sie zunächst über in

$$(4') \qquad \wp''(u) = 6\,\wp^2(u).$$

Trägt man in diese Gleichung die nach (2) zu bildenden Reihen

$$(u) = \frac{6}{u^4} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2^{6n} \cdot F_n}{6\,n} \cdot \frac{u^{6n-4}}{(6\,n-4)!}$$

$$(u) = \left[\frac{1}{u^2} + \sum_{h=1}^{\infty} \frac{2^{6h} \cdot F_h}{6\,h} \cdot \frac{u^{6h-2}}{(6\,h-2)!}\right] \cdot \left[\frac{1}{u^2} + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{2^{6k} \cdot F_k}{6\,k} \cdot \frac{u^{6k-2}}{(6\,k-2)!}\right]$$

$$= \frac{1}{u^4} + \sum_{n=1}^{\infty} \left\{ u^{6n-4} \left[2 \cdot \frac{2^{6n} \cdot F_n}{6\,n \cdot (6\,n-2)!} + \sum_{\nu=1}^{\infty} \left(\frac{2^{6n}}{6\,\nu \cdot (6\,n-6\,\nu)} \cdot \frac{F_\nu \cdot F_{n-\nu}}{(6\,\nu-2)!\,(6\,n-6\,\nu-2)!}\right)\right]\right\}$$

ein und vergleicht dann beiderseits die Koeffizienten gleich hoher Potenzen von u, so resultiert die Rekursionsformel

$$(5) \quad F_n = \frac{1}{(n-1)(36\,n^2-1)} \sum_{\nu=1}^{n-1} (6\,\nu-1)(6\,n-6\,\nu-1) \cdot (6\,n)_{6\nu} \cdot F_\nu \cdot F_{n-\nu}$$

$$(n = 2, 3, 4, \ldots)$$

Darin bedeutet $(6\,n)_{6\nu}$ den $(6\,\nu)^{\text{ten}}$ Binomialkoeffizienten zur Basis $6\,n$.

F_1 berechnet sich direkt aus der Differentialgleichung (4), indem man für $\wp'^2(u)$ und $\wp^3(u)$ die Reihenentwicklungen einträgt und die konstanten Glieder beiderseits vergleicht. Man findet den Wert

$$(6) \qquad F_1 = \frac{3^2}{2^2 \cdot 7}$$

Aus der Rekursionsformel (5) in Verbindung mit dem numerischen Wert der ersten dieser Zahlen F_n, (6), ergiebt sich das Resultat, dass die Zahlen F_n sämtlich positive, reelle rationale Zahlen sind. Am Schlusse dieser Arbeit findet man eine Tabelle der ersten zwölf Zahlen F_n; die auf Grund der Gleichung (5) hergestellt worden ist.

§ 3.

Die komplexe Multiplikation für die Funktion $\wp(u)$.

$m = a + b\,\varrho$ soll eine ungerade (mit 2 teilerfremde), durch $1-\varrho$ nicht teilbare, primäre komplexe ganze Zahl bedeuten[1]). Dabei ist unter einer primären Zahl $a + b\,\varrho$ eine solche zu verstehen, für die

---

[1]) Paul Bachmann, l. c.

$$b \equiv 0 \pmod{3} \text{ und } a \equiv -1 \pmod{3},$$

die also auf die Form gebracht werden kann

$$m = -1 + 3\alpha + 3\beta\varrho.$$

In diesem Paragraphen soll es sich nun um die Aufstellung der komplexen Multiplikation von $\wp(u)$ handeln, das heisst $\wp(mu)$, unter m die oben definierte primäre Zahl $a + b\varrho$ verstanden, soll rational durch $\wp(u)$ ausgedrückt werden. Dass diese Darstellung möglich ist, geht aus dem Additionstheorem von $\wp(u)$ hervor, das die Gestalt besitzt

$$\wp(u+v) = \frac{2\wp u \cdot \wp v(\wp u + \wp v) - 4 - \wp' u \cdot \wp' v}{2(\wp u - \wp v)^2} \tag{7}$$

Für $m = 1 - \varrho$ und $m = 2$ findet man mit Hilfe von (7) unmittelbar die beiden Gleichungen:

$$\wp[(1-\varrho)u] = \frac{\wp^3 u - 4}{(1-\varrho)^2 \wp^2 u} \tag{8}$$

$$\wp(2u) = \frac{\wp^3 u + 8}{4\wp^3 u - 4} \cdot \wp u \tag{9}$$

Dabei hat man noch von den beiden Relationen

$$\wp(\varrho u) = \varrho \wp u; \quad \wp(-u) = \wp u$$

Gebrauch gemacht, deren Richtigkeit entweder aus der Reihendarstellung von $\wp u$ oder aus der im weitern noch einmal zur Anwendung kommenden allgemeingiltigen Beziehuug

$$\wp(\lambda u;\ \lambda^{-4} g_2,\ \lambda^{-6} g_3) = \frac{1}{\lambda^2} \wp(u; g_2, g_3)$$

leicht gefolgert werden kann.

Nun ist in einer Arbeit von Dantscher[1]) für eine Weierstrasssche Funktion $\wp(u)$, die sich von der diesen Untersuchungen zu Grunde gelegten nur dadurch unterscheidet, dass die Invariante $g_3 = 1$ statt 4 ist, die komplexe Multiplikation vollständig durchgeführt worden.

Die gegenseitige Beziehung der beiden Weierstrass'schen Funktionen ergiebt sich von selber aus der nämlichen Relation, von der oben Gebrauch gemacht worden ist:

---

[1]) V. Dantscher, Ueber das kubische Reziprozitätsgesetz, Math. Annalen, Band 12, pag. 241.

(10) $$\wp(u; 0{,}4) = \sqrt[3]{4} \cdot \wp(\sqrt[3]{2} \cdot u; 0{,}1)$$

Besitzt die Reihendarstellung der hier gebrauchten Funktion $\wp(u)$ die Gestalt

$$\wp(u; 0{,}4) = \frac{1}{u^2} + \sum_{k=1}^{\infty} c_k \cdot \frac{u^{6k-2}}{(6k-2)!},$$

$$\text{worin } c_k = \frac{2^{6k} \cdot F_k}{6k},$$

so lautet die Entwicklung der Dantscher'schen Funktion

$$\wp(u; 0{,}1) = \frac{1}{u^2} + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{c_k}{2^{2k}} \cdot \frac{u^{6k-2}}{(6k-2)!}.$$

Um nun für die hier in Betracht kommende Funktion $\wp u$ die komplexe Multiplikation zu erhalten, hat man nur die Dantscher-schen Resultate dahin zu modifizieren, dass man überall $\wp u$ durch $\frac{1}{\sqrt[3]{4}} \cdot \wp u$ ersetzt.

Unter m eine ungerade, durch $1-\varrho$ nicht teilbare, primäre komplexe ganze Zahl $a + b\varrho$ verstanden, lautet die von Dantscher gefundene Formel der komplexen Multiplikation

(11) $$\left\{\begin{aligned} &\frac{\wp(mu)}{\wp(u)} = \frac{\Phi(\wp u)}{\Psi^2(\wp u)}, \\ &\qquad\text{worin} \\ &\Phi(\wp u) = \wp^{\mu-1} + c_1 \wp^{\mu-4} + \cdots + c_k \wp^{\mu-1-3k} + \cdots - m \\ &\Psi(\wp u) = m \cdot \wp^{\frac{\mu-1}{2}} + b_1 \wp^{\frac{\mu-7}{2}} + \cdots + b_k \wp^{\frac{\mu-1-6k}{2}} + \cdots + (-1)^{\frac{\mu+5}{6}} \end{aligned}\right.$$

bedeuten. μ ist hierin die Norm von m, also

$$\mu = m \cdot m' = (a + b\varrho)(a + b\varrho^2) = a^2 - ab + b^2.$$

Die dabei auftretenden ganzzahligen Koeffizienten

$$c_1, c_2, \cdots c_k, \cdots c_{\frac{\mu-4}{3}}$$

$$b_1, b_2, \cdots b_k, \cdots b_{\frac{\mu-7}{6}}$$

sind sämtlich durch m teilbar, sowohl im Falle, wo m eine zwei-gliedrige komplexe Primzahl, als auch im andern Falle, wo m eine eingliedrige (reelle) Primzahl q ist, die dann notwendig von der Form $6k + 5$ sein muss.

Diese beiden Eigenschaften der Koeffizienten, das Ganzzahlig-

sein und die Teilbarkeit durch m, gehen nicht verloren, wenn man die angegebene Modifikation vornimmt. Und da es bei diesen Untersuchungen im wesentlichen nur auf diese beiden Eigenschaften ankommt, so darf man der Bequemlichkeit halber direkt die Dantscher'schen Formeln benutzen.

An dieser Stelle soll für die Funktion $\Psi(\wp u)$ eine Eigenschaft nachgewiesen werden, die später von Bedeutung sein wird.

Setzt man abkürzend $\wp u = x$ und substituiert man $x = \frac{1}{x'}$, so nimmt Ψ die Gestalt an

$$\Psi = \frac{1}{x'^{\frac{\mu-1}{2}}}\left\{m + b_1 x'^3 + \cdots + b_k x'^{3k} + \cdots + b_{\frac{\mu-7}{6}} \cdot x'^{\frac{\mu-7}{2}} + (-1)^{\frac{\mu+5}{6}} \cdot x'^{\frac{\mu-1}{2}}\right\}. \;($$

$x' = \frac{1}{\wp u}$ befriedigt die Differentialgleichung

$$\left(\frac{dx'}{du}\right)^2 = 4x' - 4x'^4, \tag{13}$$

die, nochmals differenziert, übergeht in

$$\frac{d^2 x'}{du^2} = 2 - 8x'^3. \tag{13'}$$

Die Entwicklung von x' nach Potenzen von u kann in die Form gebracht werden

$$x' = u^2 + k_1 \frac{u^8}{8!} + k_2 \frac{u^{14}}{14!} + \cdots + k_n \frac{u^{6n+2}}{(6n+2)!} + \cdots \tag{14}$$

Nach einem Satz im ersten Paragraphen der Hurwitz'schen Arbeit[1]), den ich hier citieren will:

„Es sei $\varphi(u)$ eine analytische Funktion, welche an der Stelle $u = 0$ regulär ist und einer Differentialgleichung der Gestalt

$$\varphi^{(n)}(u) = G\left[\varphi(u), \varphi'(u), \cdots\cdots \varphi^{(n-1)}(u)\right]$$

genügt. Dabei soll G eine ganze rationale Funktion der eingeklammerten Argumente bedeuten mit Koeffizienten, welche ganzzahlige Reihen sind. Wenn dann

$$\varphi(0), \varphi'(0) \cdots\cdots \varphi^{(n-1)}(0)$$

ganze Zahlen sind, so ist die Entwicklung von $\varphi(u)$ nach Potenzen von u eine ganzzahlige Reihe."

ist x' eine ganzzahlige Reihe. Denn die Differentialgleichung (13') hat die geforderte Gestalt.

---

[1]) A. Hurwitz, l. c. § 1.

Unter einer ganzzahligen Potenzreihe hat man dabei nach Hurwitz[1]) die Potenzreihe einer komplexen Variablen u von der Gestalt

$$\mathfrak{P} = c_0 + c_1 \frac{u}{1!} + c_2 \frac{u^2}{2!} + \cdots + c_n \cdot \frac{u^n}{n!} + \cdots$$

zu verstehen für den Fall, dass die Koeffizienten $c_0, c_1, c_2, \cdots c_n, \cdots$ sämtlich ganze rationale Zahlen bedeuten. Ist nun in (12) m eine eingliedrige Primzahl q (von der Form $6k + 5$), so ist der Klammerausdruck eine durch m teilbare, ganzzahlige Reihe.

In der Tat sind ja $b_1, b_2, \cdots b_k \cdots b_{\frac{\mu-1}{6}}$ sämtlich durch m teilbar. Aber auch das letzte Glied

$$(-1)^{\frac{\mu+5}{6}} \cdot x'^{\frac{\mu-1}{2}}$$

ist kongruent Null (mod. m), denn

$$\frac{x'^{\frac{\mu-1}{2}}}{\left(\frac{\mu-1}{2}\right)!}$$

ist eine ganzzahlige Reihe und $\left(\frac{\mu-1}{2}\right)! = \left(\frac{m^2-1}{2}\right)!$ enthält den Faktor m mindestens ein Mal.

Bildet man

$$(15) \quad \Psi^2 = \frac{1}{x'^{\mu-1}} \left\{ m + b_1 x'^3 + \cdots + b_k x'^{3k} + \cdots + (-1)^{\frac{\mu+5}{6}} x'^{\frac{\mu-1}{2}} \right\}^2$$

$$= \frac{1}{x'^{\mu-1}} \{ m^2 + d_1 x'^3 + d_2 x'^6 + \cdots + d_l x'^{3l} + \cdots + x'^{\mu-1} \},$$

wo die Koeffizienten $d_1, d_2, \cdots$ ganze Funktionen zweiten Grades von $b_1, b_2, \cdots$ sind, so ist im Falle $m = q$ ($q = 6k + 5$) diese letzte Klammer in (15) eine durch m^2 teilbare, ganzzahlige Reihe.

§ 4.

Ermittlung der Primfaktoren des Nenners der Zahl F_n.

Da die Zahl F_n eine reelle, positive, rationale Zahl sein muss, kann man ihr die Gestalt geben

$$(16) \qquad F_n = \frac{Z_n}{N_n},$$

worin Z_n und N_n positive, ganze, teilerfremde Zahlen vorstellen.

[1]) A. Hurwitz, l. c. § 1.

Zum Zwecke der nähern Bestimmung des Nenners N_n benutze ich die Funktion

$$F(u) = m^2 \wp(mu) - \wp(u), \tag{17}$$

in welcher m wie immer die Bedeutung einer primären komplexen ganzen Zahl $a + b\varrho$ zukommen soll.

Ausgehend vom Resultat des vorigen Paragraphen, das in der Gestalt angeschrieben werden kann

$$\frac{\wp(mu)}{\wp(u)} = \frac{\wp^{\mu-1} + c_1 \wp^{\mu-4} + \cdots + c_k \wp^{\mu-1-3k} + \cdots - m}{m^2 \wp^{\mu-1} + d_1 \wp^{\mu-4} + \cdots + d_k \wp^{\mu-1-3k} + \cdots + 1} \text{ [1]} \cdot \tag{18}$$

gewinnt bei Gebrauch der abkürzenden Bezeichnungen

$$\wp(u) = x; \quad \wp(mu) = y$$

die Funktion $F(u)$ die Gestalt

$$F(u) = m^2 y - x$$

$$= \frac{(m^2 c_1 - d_1) x^{\mu-3} + (m^2 c_2 - d_2) x^{\mu-6} + \cdots + (m^2 c_k - d_k) x^{\mu-3k} + \cdots - (m^3 + 1) x}{m^2 x^{\mu-1} + d_1 x^{\mu-4} + \cdots + d_k x^{\mu-1-3k} + \cdots + 1} \tag{19}$$

Durch Einführung der bereits bekannten ganzzahligen Funktion

$$x' = \frac{1}{x} = \frac{1}{\wp u}$$

geht $F(u)$ über in

$$F(u) = \frac{(m^2 c_1 - d_1) x'^2 + (m^2 c_2 - d_2) x'^5 + \cdots + (m^2 c_k - d_k) x'^{3k-1} + \cdots - (m^3 + 1) x'^{\mu-2}}{m^2 + d_1 x'^3 + \cdots + d_k x'^{3k} + \cdots + x'^{\mu-1}} \tag{20}$$

Andrerseits hat man durch Entwicklung der rechten Seite von (17) nach Potenzen von u

$$F(u) = \sum_{n=1}^{\infty} 2^{6n} (m^{6n} - 1) \frac{F_n}{6n} \cdot \frac{u^{6n-2}}{(6n-2)!} \tag{21}$$

Ersetzt man in der Entwicklung (14) von x' die Variable u durch mu, so geht x' in eine durch m^2 teilbare, ganzzahlige Reihe über. Ebenso natürlich alle Potenzen von x', sodass die rechte Seite von (20) mit m^2 gekürzt werden kann und sich dann als Quotient zweier ganzzahliger Reihen darstellt, dessen Divisor

---

[1]) Genau genommen, treten zu den Koeffizienten

$$c_1, c_2, \cdots c_{\frac{\mu-4}{3}}, m; \; d_1\, d_2, \cdots d_{\frac{\mu-4}{3}}, 1$$

für die hier zu benutzende Funktion $\wp(u; 0{,}4)$ noch Potenzen von 4 als Faktoren hinzu; da dies aber am Resultat nichts ändert, benutze ich der Bequemlichkeit halber hier und in der Folge direkt die Dantscher'sche Formel.

zudem eine Einheitsreihe ist. Folglich ist $F(mu)$ selber wieder eine ganzzahlige Reihe[1]). Man hat daher das Resultat gewonnen:

Bezeichnet m eine ungerade, durch $1-\varrho$ nicht teilbare, primäre komplexe ganze Zahl von der Form $a+b\varrho$, so ist

$$(22) \qquad \frac{2}{3}\cdot(2m)^{6n-2}\cdot(m^{6n}-1)\frac{F_n}{n}=G_{m,n}$$

eine ganze Zahl.

Nach (15) ist für den Fall $m=q$, unter q eine eingliedrige (reelle) Primzahl der Form $6k+5$ verstanden, der Nenner von $F(u)$ in der Darstellung (20) eine durch m^2 teilbare, ganzzahlige Reihe.

Aus der Bildungsweise der Koeffizienten des Zählers von $F(u)$ in (20) erkennt man ohne weiteres, dass sämtliche Koeffizienten $(m^2c_k-d_k)$ mit Ausnahme des letzten (m^3+1) kongruent Null (mod. m^2) sind. Aber auch das letzte Glied $(m^3+1)\cdot x'^{\mu-2}$ ist durch m^2 teilbar, weil $\frac{x'^{\mu-2}}{(\mu-2)!}$ eine ganzzahlige Potenzreihe ist und $(\mu-2)!=(m^2-2)!$ den Faktor m mindestens zwei Mal enthält.

Daher ist im Falle $m=q$ bereits $F(u)$ eine ganzzahlige Reihe und es gilt somit der Satz:

Bezeichnet q eine reelle Primzahl von der Form $6k+5$, so ist

$$(23) \qquad 2^{6n}\cdot(q^{6n}-1)\cdot\frac{F_n}{6n}=H_{q,n}$$

eine ganze Zahl.

Aus diesem letzten Ergebnis lässt sich sofort erschliessen, dass der Nenner N_n von F_n eine Primzahl q der Form $6k+5$ nicht als Faktor enthalten kann.

Denn aus der Gleichung (23) ergiebt sich

$$F_n=\frac{3n\cdot H_{q,n}}{2^{6n-1}\cdot(q^{6n}-1)}$$

$2^{6n-1}\cdot(q^{6n}-1)$ ist also jedenfalls ein Vielfaches von N_n und da dieses Vielfache inkongruent Null (mod. q) ist, so kann auch N_n unmöglich durch q teilbar sein.

Der Nenner von F_n kann also abgesehen von den Primzahlen 2 und 3, für welche eine besondere Untersuchung getroffen werden muss, nur Primzahlen der Form $6k+1$ als Faktoren enthalten.

---
[1]) A. Hurwitz, l. c. § 1.

Nimmt man an, p sei eine solche Primzahl von der Form $6k+1$, die in N_n aufgeht, so soll p^α die höchste Potenz von p sein, durch die N_n teilbar sei, sodass $\alpha \geqq 1$. Ferner sei p^β die höchste Potenz von p, die in n enthalten ist, wobei $\beta \geqq 0$. Die Gleichung (22) verwandelt sich so in die Kongruenz

$$2 \cdot (2m)^{6n-2} \cdot (m^{6n} - 1) \cdot Z_n = 3n \cdot N_n \cdot G_{m,n} \equiv 0 \pmod{p^{\alpha+\beta}} \tag{24}$$

In dieser Kongruenz wähle ich jetzt für m eine ungerade Primitivwurzel (mod. $p^{\alpha+\beta}$), d. h. eine solche ungerade (reelle) ganze Zahl, für welche keine niedrigere Potenz als die mit dem Exponenten

$$\varphi(p^{\alpha+\beta}) = p^{\alpha+\beta-1}(p-1)$$

kongruent 1 (mod. $p^{\alpha+\beta}$) ist. Bei solcher Wahl von m sind die Faktoren 2 und $(2m)^{6n-2}$ durch p nicht teilbar. Ebensowenig ist es Z_n, weil Z_n und N_n teilerfremd sein sollen. Daher muss notwendig die Kongruenz bestehen

$$m^{6n} - 1 \equiv 0 \pmod{p^{\alpha+\beta}} \tag{25}$$

Da aber nach der getroffenen Wahl von m die Kongruenz

$$m^x \equiv 1 \pmod{p^{\alpha+\beta}}$$

keine kleinere Lösung haben soll als

$$x = p^{\alpha+\beta-1}(p-1),$$

so folgt aus (25) die Relation

$$6n = M \cdot p^{\alpha+\beta-1}(p-1), \tag{26}$$

unter M eine ganze Zahl verstanden. Die höchste Potenz von p, die in $6n$ aufgeht, ist aber p^β. Daher muss $\alpha = 1$ werden. Die Gleichung (26) lehrt zudem auch noch, dass $6n$ durch $p-1$ teilbar sein muss.

Zum Schlusse dieses Paragraphen sollen die eben entwickelten Resultate in einen Satz zusammengefasst werden:

Hat man die Zahl F_n auf die Form $F_n = \frac{Z_n}{N_n}$ gebracht, unter Z_n und N_n relative Primzahlen verstanden, so **kann** der Nenner N_n (abgesehen von den Primzahlen 2 **und** 3, die noch gesondert zu untersuchen sind) nur Primzahlen p von der Form $6k+1$ enthalten, die so **beschaffen sind**,

dass $p-1$ ein Divisor von $6n$ ist; und zwar können solche Primzahlen p nur in erster, nicht in höherer Potenz in N_n aufgehen.

§ 5

Die Funktion $\varphi(u) = \wp(u - \frac{\omega}{1-\varrho})$.

Für die weitere Untersuchung ist es von Bedeutung, eine zu der von Hurwitz[1]) benutzten Eisenstein'schen Funktion $\varphi(u)$ analoge Funktion zu finden, das heisst in diesem Falle eine elliptische Funktion, die für $u = 0$ verschwindet, deren Entwicklung, mit einem linearen Gliede beginnend, nach dritten, eventuell sechsten Potenzen von u fortschreitet und welche eine leicht herzustellende komplexe Multiplikation zulässt.

Da man aus Gleichung (8) $\frac{\omega}{1-\varrho}$ als die eine Nullstelle von $\wp(u)$ erschliesst[2]), so kommt man durch blosse Spekulation dazu, $\wp(u - \frac{\omega}{1-\varrho})$ als zweckdienliche Funktion zu vermuten. Eine nähere Untersuchung dieser durch blosse Verschiebung des Nullpunktes aus $\wp(u)$ abgeleiteten Funktion wird diese Vermutung tatsächlich bestätigen.

Aus dem Additionstheorem (7) von $\wp(u)$ kann man folgende zwei Relationen[2]) herleiten:

$$(27_1) \qquad \wp(u - \frac{\omega}{1-\varrho}) \cdot \wp(u + \frac{\omega}{1-\varrho}) = \frac{4}{\wp(u)}$$

$$(27_2) \qquad \wp(u - \frac{\omega}{1-\varrho}) + \wp(u + \frac{\omega}{1-\varrho}) = -\frac{4}{\wp^2(u)}$$

Daraus lässt sich mit Leichtigkeit $\varphi(u) = \wp(u - \frac{\omega}{1-\varrho})$ rational in $\wp(u)$ und $\wp'(u)$ ausdrücken. Zunächst erhält man

$$(27_3) \qquad \wp(u - \frac{\omega}{1-\varrho}) - \wp(u + \frac{\omega}{1-\varrho}) = \frac{2i\wp'(u)}{\wp^2(u)}$$

und aus (27_2) und (27_3) durch Elimination von $\wp(u + \frac{\omega}{1-\varrho})$:

$$(28) \qquad \varphi(u) = \wp(u - \frac{\omega}{1-\varrho}) = \frac{i\wp'(u) - 2}{\wp^2(u)},$$

dem man unter Berücksichtigung der Differentialgleichung von $\wp(u)$ auch die Form geben kann:

---

[1]) A. Hurwitz, l. c. § 3.

[2]) Vgl. auch: V. Dantscher, l. c.

$$\varphi(u) = \frac{-2\wp(u)}{\frac{1}{2}i\wp'(u)+1}. \tag{28'}$$

Selbstverständlich besitzt $\varphi(u)$ dieselbe Differentialgleichung wie $\wp(u)$

$$\varphi'^2(u) = 4\varphi^3(u) - 4, \text{ woraus} \tag{29}$$
$$\varphi''(u) = 6\varphi^2(u)$$

Ersetzt man das Argument u durch iu, so erkennt man aus der aus (28) abgeleiteten Darstellung

$$\frac{1}{2}\varphi(iu) = -\frac{1}{\wp^2(iu)} - \frac{1}{2}\frac{d}{du}\left(\frac{1}{\wp(iu)}\right),$$

dass die Reihenentwicklung von $\frac{1}{2}\varphi(iu)$ die Gestalt besitzen wird

$$\frac{1}{2}\varphi(iu) = u + \alpha_1\frac{u^4}{4!} + \alpha_2\frac{u^7}{7!} + \cdots + \alpha_n\cdot\frac{u^{3n+1}}{(3n+1)!} + \cdots \tag{30}$$

Nach dem nämlichen Hurwitz'schen Kriterium, welches auf die Reihe (14) angewendet worden ist, ist auch diese Reihe (30) eine ganzzahlige Potenzreihe.

Sehr wichtig ist die Thatsache, dass sich die reciproke Funktion $\frac{2}{\varphi(iu)}$ in eine Reihe entwickeln lässt, deren Koeffizienten sich bis auf ganze Zahlen durch die Zahlen F_n ausdrücken lassen. Von (28') ausgehend, findet man

$$\frac{2}{\varphi(iu)} = -\frac{1+\frac{1}{2}i\wp'(iu)}{\wp(iu)} = -\frac{1}{\wp(iu)} - \frac{1}{2}i\frac{\wp'(iu)}{\wp(iu)} \tag{31}$$

Der Reihenentwicklung dieser Funktion kann man die Form geben

$$\frac{2}{\varphi(iu)} = \frac{1}{u} + \beta_1\cdot\frac{u^2}{2!} + \beta_2\frac{u^5}{5!} + \cdots + \beta_{2n-1}\cdot\frac{u^{6n-4}}{(6n-4)!} + \beta_{2n}\frac{u^{6n-1}}{(6n-1)!} + \cdots \tag{32}$$

Die Koeffizienten mit ungeradem Index: $\beta_1, \beta_3, \cdots \beta_{2n-1}, \cdots$ sind nichts anderes als die Entwicklungskoeffizienten von $-\frac{1}{\wp(iu)}$, sind also reelle ganze Zahlen.

Die Koeffizienten mit geradem Index: $\beta_2, \beta_4, \cdots \beta_{2n}, \cdots$ sind die Entwicklungskoeffizienten von $-\frac{1}{2}i\frac{\wp'(iu)}{\wp(iu)}$, sie drücken sich in einfacher Weise durch die Zahlen F_n aus.

Zu diesem Zwecke betrachte ich die Reihe

$$(33)\quad \frac{\wp'(u)}{\wp(u)} = -\frac{2}{u} + g_1 \frac{u^5}{5!} + g_2 \frac{u^{11}}{11!} + \cdots + g_n \frac{u^{6n-1}}{(6n-1)!} + \cdots$$

Da $\frac{d}{du}\left(\frac{\wp'(u)}{\wp(u)}\right) = 2\wp(u) + \frac{4}{\wp^2(u)}$ ist, so gilt die Beziehung

$$(34)\quad \frac{\wp'(u)}{\wp(u)} = 2 \cdot \int \left(\wp(u) + \frac{2}{\wp^2(u)}\right) du$$

Setzt man die Entwicklung von $\frac{1}{\wp^2(u)}$ in der Gestalt voraus:

$$(35)\quad \frac{1}{\wp^2(u)} = e_0 \frac{u^4}{4!} + e_1 \frac{u^{10}}{10!} + \cdots + e_{n-1} \frac{u^{6n-2}}{(6n-2)!} + \cdots,$$

so liefert (34) in Verbindung mit (33), (2) und (35) die Relation:

$$g_n = 2\left\{\frac{2^{6n} \cdot F_n}{6n} + 2e_{n-1}\right\}$$

Zur Bestimmung der ganzen Zahlen e_{n-1} benutzt man die Gleichung (8), aus der sich ergiebt, dass

$$(36)\quad \frac{1}{\wp^2(u)} = \frac{1}{4}\left\{\wp(u) - (1-\varrho)^2 \wp[(1-\varrho)u]\right\}$$

ist, sodass

$$(37)\quad e_{n-1} = 2^{6n-2}[1-(1-\varrho)^{6n}]\frac{F_n}{6n} \qquad (n = 1, 2, \cdots)$$

wird. Daher ist

$$(38)\quad g_n = \frac{2^{6n} \cdot F_n}{6n}\{3-(1-\varrho)^{6n}\},$$

dem man auch die Form geben kann:

$$g_n = \frac{2^{6n-1}}{n} \cdot F_n\{1+(-3)^{3n-1}\}$$

Da nun

$$\beta_{2n} = -\frac{1}{2} i (i)^{6n-1} \cdot g_n,$$

so erhält man schliesslich für die Zahlen $\beta_2, \beta_4, \cdots \beta_{2n}, \cdots$ die Darstellung

$$(39)\quad \beta_{2n} = \frac{2^{6n-1}}{6n} \cdot (i)^{6n}\{(1-\varrho)^{6n} - 3\} \cdot F_n$$

Zum Schlusse lässt sich auch die komplexe Multiplikation von $\varphi(u)$ mit derjenigen von $\wp(u)$ durch folgende Ueberlegung in Zusammenhang bringen.

Bedeutet m wie in § 3 eine ganze, ungerade, primäre Zahl der Form $a + b\varrho$, so erfüllt sie die Kongruenz

$$m \equiv -1 \pmod{1 - \varrho}$$

und es wird

$$\wp\left[m\left(u - \frac{\omega}{1-\varrho}\right)\right] = \wp\left\{mu - \left(\frac{k(1-\varrho)}{1-\varrho} - \frac{1}{1-\varrho}\right)\omega\right\}$$

oder, wenn man das Vorzeichen des Argumentes von $\wp$ umkehrt:

$$\wp\left(-mu + \frac{m\omega}{1-\varrho}\right) = \wp\left(-mu - \frac{\omega}{1-\varrho}\right) = \varphi(-mu). \tag{40}$$

Die Gleichung (18) der komplexen Multiplikation von $\wp(u)$ ändert sich jetzt in folgender Weise:

$$\frac{\varphi(-mu)}{\varphi(u)} = \frac{\varphi^{\mu-1} + c_1\varphi^{\mu-4} + \cdots + c_k\varphi^{\mu-1-3k} + \cdots + m}{m^2\varphi^{\mu-1} + d_1\varphi^{\mu-4} + \cdots + d_k\varphi^{\mu-1-3k} + \cdots + 1} \tag{41}$$

Die neuen Koeffizienten $c_1, c_2, \cdots, d_1, d_2, \cdots$ haben durch die Vertauschung von m mit $-m$ keine ihrer in § 3 erwähnten Eigenschaften verloren. μ bedeutet die Norm von $-m$, die derjenigen von $+m$ gleichbedeutend ist, also gleich $a^2 - ab + b^2$.

§ 6.

Erster Ansatz zur Partialbruchzerlegung der Zahl F_n.

Um die Partialbruchzerlegung von F_n, gestützt auf die Resultate von § 4, ansetzen zu können, hat man sämtliche Divisoren $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \cdots$ der Zahl n zu bestimmen, aus ihnen die Zahlen

$$6\delta_1 + 1,\ 6\delta_2 + 1,\ 6\delta_3 + 1, \cdots \tag{42}$$

zu bilden und aus diesen Zahlen diejenigen auszuscheiden, die Primzahlen sind. Nennt man diese Primzahlen

$$p_1,\ p_2,\ p_3, \cdots p_k, \tag{43}$$

so hat die Partialbruchzerlegung von F_n die Gestalt:

$$F_n = G_n + \frac{\varepsilon_0}{2^\alpha} + \frac{\varepsilon_1}{3^\beta} + \frac{\sigma_1}{p_1} + \frac{\sigma_2}{p_2} + \cdots + \frac{\sigma_k}{p_k} \tag{44}$$

$$= G_n + \frac{\varepsilon_0}{2^\alpha} + \frac{\varepsilon_1}{3^\beta} + \sum \frac{\sigma}{p},$$

worin G_n eine ganze Zahl, 2^α die höchste Potenz von 2, 3^β die höchste Potenz von 3, die im Nenner von F_n aufgehen, und $\varepsilon_0, \varepsilon_1; \sigma_1, \sigma_2, \cdots \sigma_k$ ganze Zahlen bezeichnen.

Unsere Aufgabe besteht nun darin, diese Zahlen α, β; $\varepsilon_0, \varepsilon_1$; $\sigma_1, \sigma_2 \cdots$ zu bestimmen.

Es bedeute p irgend eine von den Primzahlen $p_1, p_2, \cdots p_k$ und σ heisse ihr zugehöriger Zähler.

Nun zerlege man die Primzahl p in ihre primären komplexen Primfaktoren[1])

$$(45) \qquad p = m\,m' = (a + b\,\varrho)\,(a + b\,\varrho^2)\cdot$$

Multipliziert man die Gleichung (44) mit m, so erhält man die Kongruenz

$$(46) \qquad m\,F_n \equiv \frac{\sigma}{m'} \pmod{m},$$

die man jetzt weiter umzuformen hat. Es wird sich nämlich empfehlen, in diese Kongruenz diejenige Grösse $\mathfrak{A}$ einzuführen, die bei der Zerlegung der Primzahl p in die Summe eines einfachen und eines dreifachen ganzzahligen Quadrates, die stets möglich ist, auftritt:

$$(47) \qquad p = \mathfrak{A}^2 + 3\,\mathfrak{B}^2,$$

diese Zahl $\mathfrak{A}$ mit solchem Vorzeichen genommen, dass die Kongruenz besteht

$$(48) \qquad \mathfrak{A} \equiv (-1)^{\frac{p-1}{6}} \pmod{3}$$

Zum Zwecke der Feststellung des Zusammenhangs der Zahlen a, b der primären Primzahl $m = a + b\,\varrho$ mit den Zahlen $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ hat man drei Fälle zu unterscheiden.

Bei der Zerlegung von p in die primären Primfaktoren sei

I. a ungerade und b ungerade.

Dann bestehen die Gleichungen:

$$(49_1) \qquad \begin{cases} 2\,\mathfrak{A} = (-1)^{\frac{p-1}{6}}(a + b) \\ 2\,\mathfrak{B} = \qquad\qquad a - b \end{cases}$$

II. a gerade und b ungerade.

In diesem Fall kann man die primäre Zahl $m = a + b\varrho$ durch Multiplikation mit der Einheit ϱ in eine Zahl $m\,\varrho = -b + (a - b)\,\varrho$ verwandeln, welche wieder die Eigenschaft der Zahl m in (I) besitzt. Daher gilt hier:

---

[1]) Paul Bachmann, l. c.

$$\begin{cases} 2\mathfrak{A} = (-1)^{\frac{p-1}{6}}(a-2b) \\ 2\mathfrak{B} = \quad -a \end{cases} \tag{49_2}$$

III. *a* ungerade und *b* gerade.

Durch Multiplikation mit der Einheit ϱ^2 geht $m = a + b\varrho$ in eine Zahl $m\varrho^2 = (b - a) - a\varrho$ über mit der Eigenschaft von m unter (I). Daher hat man in diesem Fall:

$$\begin{cases} 2\mathfrak{A} = (-1)^{\frac{p-1}{6}}(b-2a) \\ 2\mathfrak{B} = \quad b \end{cases} \tag{49_3}$$

Der Fall, dass a und b beide gerade sein könnten, ist nach der getroffenen Voraussetzung über die Zahl m von vornherein ausgeschlossen.

Mit Unterscheidung dieser drei Möglichkeiten bei der Zerlegung von p in die primären Primfaktoren kann man jetzt die Kongruenz (46) folgendermassen entwickeln:

I. *a* und *b* ungerade.

$$m F_n \equiv \frac{\sigma}{m'} \equiv \frac{\sigma}{m' + \varrho^2 m} \equiv \frac{\sigma}{-\varrho \cdot 2\mathfrak{A}(-1)^{\frac{p-1}{6}}} \pmod{m} \tag{50_1}$$

II. *a* gerade, *b* ungerade.

$$m F_n \equiv \frac{\sigma}{m'} \equiv \frac{\sigma}{m'\varrho^3 + m\varrho} \equiv \frac{\sigma}{-\varrho^2 \cdot 2\mathfrak{A} \cdot (-1)^{\frac{p-1}{6}}} \pmod{m} \tag{50_2}$$

III. *a* ungerade, *b* gerade.

$$m F_n \equiv \frac{\sigma}{m'} \equiv \frac{\sigma}{m' + m} \equiv \frac{\sigma}{-2\mathfrak{A}(-1)^{\frac{p-1}{6}}} \pmod{m} \tag{50_3}$$

Die Gleichung (41), in welcher

$$\mu = N(m) = a^2 - ab + b^2 = p$$

zu setzen ist, verwandelt sich unter Beachtung, dass die Koeffizienten

$$c_1, c_2, c_3, \cdots; d_1, d_2, d_3, \cdots$$

sämtlich durch m teilbar sind, und nachdem man u durch iu ersetzt hat, in die Kongruenz:

$$\frac{\varphi(-miu)}{\varphi(iu)} \equiv \varphi^{p-1}(iu) \equiv -\frac{\varphi^{p-1}(iu)}{(p-1)!} \pmod{m} \tag{51}$$

Dabei ist vom Wilson'schen Satze $(p-1)! \equiv -1 \pmod{m}$ Gebrauch gemacht worden.

Jetzt soll die linke Seite dieser Kongruenz nach Potenzen von u entwickelt werden. Zu diesem Zweck hat man nur das Produkt der aus (30) und (32) resultierenden Reihen

$$\frac{1}{2}\varphi(-miu) = -mu + \sum \alpha_n (-m)^{3n+1} \cdot \frac{u^{3n+1}}{(3n+1)!}$$

$$\frac{2}{\varphi(iu)} = \frac{1}{u} + \sum \beta_n \cdot \frac{u^{3n-1}}{(3n-1)!}$$

zu bilden. In diesem Produkt besitzt der Koeffizient des Gliedes $\frac{u^{6n}}{(6n)!}$ die Gestalt:

$$(52) \quad -(6n)_1 \cdot m \cdot \beta_{2n} + (6n)_4 \cdot m^4 \cdot \beta_{2n-1} \cdot \alpha_1 - (6n)_7 \cdot m^7 \cdot \beta_{2n-2} \cdot \alpha_2$$
$$+ - \cdots + (6n)_{6n-2} \cdot m^{6n-2} \cdot \beta_1 \cdot \alpha_{2n-1} - \frac{1}{6n+1} \cdot m^{6n+1} \cdot \alpha_{2n}.$$

Hierin sind alle Glieder vom zweiten ab durch m teilbar. Denn aus der in § 5 entwickelten Eigenschaft, dass die Zahlen $\alpha_1, \alpha_2, \cdots \alpha_n \cdots$ sämtlich und von den Zahlen $\beta_1, \beta_2, \cdots \beta_n \cdots$ die mit ungeradem Index: $\beta_1, \beta_3, \cdots \beta_{2k-1}, \cdots$ ganze Zahlen sind, geht zunächst hervor, dass die Glieder

$$(6n)_{6n-6k+4} \cdot m^{6n-6k+4} \cdot \beta_{2k-1} \cdot \alpha_{2n-2k+1}$$

kongruent Null (mod. m) sind.

In den andern Gliedern

$$(6n)_{6n-6k+1} \cdot m^{6n-6k+1} \cdot \beta_{2k} \cdot \alpha_{2n-2k}$$
$$= \alpha_{2n-2k} \cdot (6n)_{6n-6k+1} \cdot \frac{m^{6n-6k}}{6k} \cdot 2^{6k-1} \cdot (i)^{6k} \left((1-\varrho)^{6k} - 3 \right) \cdot m F_k$$

enthält $m \cdot F_k$ den Faktor m nicht mehr unter den Faktoren des Nenners, und da

$$(6n)_{6n-6k+1} \cdot \frac{m^{6n-6k}}{6k} = \frac{(6n)!}{(6n-6k+1)!(6k-1)!} \cdot \frac{m^{6n-6k}}{6k}$$
$$= \frac{(6n)!}{(6k)!(6n-6k)!} \cdot \frac{m^{6n-6k}}{6n-6k+1} = (6n)_{6k} \cdot \frac{m^{6n-6k}}{6n-6k+1},$$

$\frac{m^r}{r+1}$ für $r > 0$ aber mindestens ein Mal den Faktor m im Zähler enthält, so sind auch diese Glieder kongruent Null (mod. m).

Der Koeffizient des Gliedes $\frac{u^{6n}}{(6n)!}$ in der Entwicklung von $\frac{\varphi(-miu)}{\varphi(iu)}$ nach Potenzen von u ist also kongruent $-6n \cdot m \cdot \beta_{2n}$ nach dem Modul m.

Nun ist

$$-6n\cdot m\cdot \beta_{2n} = -2^{6n-1}\cdot (i)^{6n}\left[(1-\varrho)^{6n}-3\right]\cdot m F_n .$$

Da $6n$ ein Multiplum von $p-1$ ist, so gelten nach dem Fermat'schen Satze die Kongruenzen

$$(1-\varrho)^{6n} \equiv 1 \pmod{m}$$

$$2^{6n} \equiv 1 \pmod{m}$$

und weil

$$i^{6n} = (-1)^{3n} \equiv (-1)^n \pmod{m},$$

so hat man denn schliesslich die Kongruenz:

$$-6n\cdot m\cdot \beta_{2n} \equiv (-1)^n\cdot m F_n \pmod{m}.$$

Die Kongruenz (51) sagt aus, dass der Koeffizient von $\frac{u^{6n}}{(6n)!}$ in der Entwicklung von $\frac{\varphi(-miu)}{\varphi(iu)} \pmod{m}$ übereinstimmen soll mit dem Koeffizienten des entsprechenden Gliedes in der Entwicklung von $-\frac{\varphi^{p-1}(iu)}{(p-1)!}$[1]. Bezeichnet man diesen letzteren Koeffizienten mit δ_n, so gilt die Kongruenz:

$$\delta_n \equiv (-1)^n\cdot m F_n \pmod{m}.$$

In Verbindung mit den Kongruenzen (50) ergiebt dies die drei Kongruenzen:

I. a und b ungerade.

$$\sigma \equiv -\varrho(2\mathfrak{A})\cdot\delta_n\cdot(-1)^{\frac{p-1}{6}-n} \pmod{m}. \qquad (53_1)$$

II. a gerade, b ungerade.

$$\sigma \equiv -\varrho^2(2\mathfrak{A})\cdot\delta_n\cdot(-1)^{\frac{p-1}{6}-n} \pmod{m}. \qquad (53_2)$$

III. a ungerade, b gerade.

$$\sigma \equiv -(2\mathfrak{A})\cdot\delta_n\cdot(-1)^{\frac{p-1}{6}-n} \pmod{m}. \qquad (53_3)$$

δ_n bedeutet dabei den Koeffizienten von $\frac{u^{6n}}{(6n)!}$ in der Entwicklung der Funktion $-\frac{\varphi^{p-1}(iu)}{(p-1)!}$.

Die Untersuchungen der nächsten Paragraphen sollen sich nun mit der Bestimmung dieses Koeffizienten δ_n beschäftigen.

---

[1] Zwei Reihen sind bekanntlich nach irgend einem Modul kongruent, wenn die Koeffizienten entsprechender Potenzen sämtlich nach diesem Modul kongruent sind.

§ 7.

Entwicklung der Ableitungen von $\varphi(u)$ nach den Potenzen von $\varphi(u)$.

Da $\varphi(u)$ dieselbe Differentialgleichung befriedigt wie $\wp(u)$, so geht man zweckmässig bei der Aufstellung der Gleichungen, durch welche sich die Ableitungen von $\varphi(u)$ durch die Potenzen von $\varphi(u)$ und umgekehrt ausdrücken, von der Funktion $\wp(u)$ aus und ersetzt dann nur in der Schlussgleichung überall das Argument u durch $u - \frac{\omega}{1-\varrho}$, wodurch sich $\wp(u)$ in $\varphi(u)$ verwandelt.

Das Additionstheorem (7) von $\wp(u)$ liefert, unter Benutzung der abkürzenden Bezeichnungen:

$$\wp(u) = z, \ \wp(v) = t \tag{54}$$

die Gleichung

$$\frac{1}{2}\{\wp(u+v) + \wp(u-v)\} = \frac{z^2 t + z t^2 - 2}{(z-t)^2} \tag{55}$$

Entwickelt man hierin die linke Seite nach Potenzen von v, die rechte Seite nach Potenzen von z, so entsteht

$$\sum_{r=0}^{\infty} \frac{d^{2r} z}{du^{2r}} \cdot \frac{v^{2r}}{(2r)!} = -\frac{2}{t^2} + \sum_{r=1}^{\infty}\left\{(2r-1)\frac{1}{t^{r-1}} - 2(r+1)\frac{1}{t^{r+2}}\right\} z^r \tag{56}$$

Nun ist

$$\frac{d^2 \varphi^\mu(v)}{dv^2} = 2\mu\{(2\mu+1)\varphi^{\mu+1}(v) - 2(\mu-1)\varphi^{\mu-2}(v)\}$$

oder

$$\frac{d^2 t^\mu}{dv^2} = 2\mu\{(2\mu+1)\cdot t^{\mu+1} - 2(\mu-1)t^{\mu-2}\}$$

und für $\mu = -r$:

$$\frac{d^2\left(\frac{1}{t^r}\right)}{dv^2} = 2r\left\{(2r-1)\frac{1}{t^{r-1}} - 2(r+1)\frac{1}{t^{r+2}}\right\}$$

Daher lässt sich (56) auch schreiben:

$$\sum_{r=0}^{\infty} \frac{d^{2r} z}{du^{2r}} \cdot \frac{v^{2r}}{(2r)!} = -\frac{2}{t^2} + \sum_{r=1}^{\infty} \frac{d^2\left(\frac{1}{t^r}\right)}{dv^2} \cdot \frac{z^r}{2r} \tag{57}$$

Führt man die Entwicklungskoeffizienten der Potenzen von $\frac{1}{t} = \frac{1}{\wp(v)}$ ein, so lässt sich etwa darstellen:

$$\frac{1}{t^r} = \varepsilon_{2r}^{(2r)} \frac{v^{2r}}{(2r)!} + \varepsilon_{2r+6}^{(2r)} \frac{v^{2r+6}}{(2r+6)!} + \cdots + \varepsilon_{2l}^{(2r)} \cdot \frac{v^{2l}}{(2l)!} + \cdots$$

Dabei kommen nur solche Potenzen von v vor, deren Exponenten kongruent $2r$ (mod. 6) und grösser oder gleich $2r$ sind; es verschwinden also alle diejenigen $\varepsilon_{2l}^{(2r)}$, für die nicht $r \equiv l$ (mod. 3) ist, und ebenso alle diejenigen, für die $r > l$ ist.

Differenziert man die Gleichung (57) $2n$ Mal nach v und setzt sodann $v = 0$, so erhält man die gesuchte Darstellung der $(2n)^{\text{ten}}$ Ableitung von z durch die Potenzen von z, nämlich

$$\frac{d^{2n} z}{du^{2n}} = -2\left\{\frac{d^{2n}\left(\frac{1}{t^2}\right)}{dv^{2n}}\right\}_{v=0} + \sum_{r=1,2,\ldots}\left\{\frac{d^{2n+2}\left(\frac{1}{t^r}\right)}{dv^{2n+2}}\right\}_{v=0} \cdot \frac{z^r}{2r} \tag{58}$$

oder bei Benutzung der eingeführten Koeffizienten $\varepsilon_{2l}^{(2r)}$:

$$\frac{d^{2n}\wp(u)}{du^{2n}} = -2\,\varepsilon_{2n}^{(4)} + \sum_{r=1,2,\ldots}\varepsilon_{2n+2}^{(2r)} \cdot \frac{1}{2r} \cdot \wp^r(u) \tag{59}$$

Trägt man jetzt beiderseits statt $\wp(u)$ die Funktion $\varphi(u) = \wp\left(u - \frac{\omega}{1-\varrho}\right)$ ein, so entsteht die gesuchte definitive Beziehung

$$\frac{d^{2n}\varphi(u)}{du^{2n}} = -2\,\varepsilon_{2n}^{(4)} + \sum_{r=1,2,\ldots}\frac{(r-1)!}{2} \cdot \varepsilon_{2n+2}^{(2r)} \cdot \frac{\varphi^r(u)}{r!} \tag{60}$$

Hierin hat man die Summe nur über diejenigen Werte von r zu erstrecken, für welche $r \equiv n+1$ (mod. 3) und welche überdies $\leq n+1$ sind oder, um die zwei Bedingungen in eine einzige zu vereinen, für welche $\frac{n+1-r}{3}$ eine ganze, nicht negative Zahl wird; denn alle übrigen Glieder der Summe werden zu Null.

$\frac{\varphi^r(u)}{r!}$ ist nun eine ganzzahlige Reihe; ferner ist die Zahl $\varepsilon_{2n+2}^{(2r)}$ durch jede Primzahl teilbar, die zwischen $2n - 2r + 3$ und $2n + 3$ liegt, denn schon

$$w = \frac{1}{\sqrt{t}} = \mu_0 v + \mu_1 \frac{v^7}{7!} + \cdots + \mu_n \cdot \frac{v^{6n+1}}{(6n+1)!} + \cdots \tag{61}$$

ist eine ganzzahlige Potenzreihe, weil w die Differentialgleichung besitzt

$$w'^2 = 1 - w^6, \text{ woraus } w'' = -3w^5 \tag{62}$$

folgt und weil w und w' für $v = 0$ ganze Zahlen sind.[1])

Bedeutet jetzt $2n+1$ eine Primzahl, so wird $\varepsilon_{2n+2}^{(2r)}$ durch $2n+1$ teilbar sein, sobald $r \geq 2$ ist. Daraus ergiebt sich für (60) die Kongruenz:

---

[1]) Vgl. A. Hurwitz, l. c. § 1.

$$\frac{d^{2n}\varphi(u)}{du^{2n}} \equiv \frac{1}{2}\varepsilon^{(2)}_{2n+2}\cdot\varphi(u) \pmod{2n+1}$$

Setzt man die nach (13) und (14) ganzzahlige Reihe $\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{t}$ in der Gestalt an

$$(63)\quad \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{t} = \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{\wp(v)} = h_0\cdot\frac{v^2}{2!} + h_1\cdot\frac{v^8}{8!} + \cdots + h_n\cdot\frac{v^{6n+2}}{(6n+2)!} + \cdots,$$

worin $h_0 = 1$, so ist

$$\varepsilon^{(2)}_{2l} = 0, \text{ wenn } l \text{ inkongruent } 1 \pmod{3},$$

dagegen

$$\varepsilon^{(2)}_{2l} = 2h_{\frac{l-1}{3}}, \text{ wenn } l \equiv 1 \pmod{3}$$

Wenn daher $2n+1 = p$ eine Primzahl von der Form $6k+1$ darstellt, so gilt die Kongruenz

$$(64)\quad \frac{d^{p-1}\varphi(u)}{du^{p-1}} \equiv h_{\frac{p-1}{6}}\cdot\varphi(u) \pmod{p}$$

Bedeutet dagegen $2n+1 = q$ eine Primzahl von der Form $6k+5$, so lautet die Kongruenz

$$(65)\quad \frac{d^{q-1}\varphi(u)}{du^{q-1}} \equiv 0 \pmod{q}$$

Durch r-malige Differentiation dieser zwei Kongruenzen entstehen die zwei weitern

$$(64_1)\quad \frac{d^{p-1+r}\varphi(u)}{du^{p-1+r}} \equiv h_{\frac{p-1}{6}}\frac{d^r\varphi(u)}{du^r} \pmod{p}$$

$$(65_1)\quad \frac{d^{q-1+r}\varphi(u)}{du^{q-1+r}} \equiv 0 \pmod{q}.$$

Diese Kongruenzen gelten für jeden positiven ganzzahligen Wert von r, Null inbegriffen, in welchem Falle sie in die Kongruenzen (64) und (65) übergehen.

Selbstverständlich darf man in (64) und (64_1) den Modul p auch durch den Modul m ersetzen, unter m den primären komplexen Faktor $a + b\varrho$ von p verstanden.

§ 8.

Entwicklung der Potenzen von $\varphi(u)$ nach den Ableitungen von $\varphi(u)$.

Durch zweimalige Integration der Gleichung (57) zwischen den Grenzen o und v erhält man

$$(66)\quad \sum_{r=o}^{\infty}\frac{d^{2r}z}{du^{2r}}\cdot\frac{v^{2r+2}}{(2r+2)!} = -2\int_o^v dv\int_o^v\frac{dv}{t^2} + \sum_{r=1}^{\infty}\frac{z^r}{2r}\cdot\frac{1}{t^r}.$$

Durch Umkehrung der Gleichung (61) lässt sich v in eine nach Potenzen von w fortschreitende ganzzahlige Reihe entwickeln.[1]

Für jeden positiven ganzzahligen Wert von r gilt dann

$$\frac{v^{2r}}{(2r)!} = \gamma_{2r}^{(2r)} \frac{w^{2r}}{(2r)!} + \gamma_{2r+6}^{(2r)} \frac{w^{2r+6}}{(2r+6)!} + \cdots + \gamma_{2k}^{(2r)} \frac{w^{2k}}{(2k)!} + \cdots \quad (67)$$

Dabei sind die Entwicklungskoeffizienten $\gamma_{2k}^{(2r)}$ ganze Zahlen, die wie die Zahlen $\varepsilon_{2k}^{(2r)}$ verschwinden, wenn r nicht kongruent k (mod. 3) oder wenn r grösser als k ist.

Entwickelt man in der Gleichung (66) beide Seiten nach Potenzen von w, so liefert die Vergleichung der Koeffizienten von w^{2n} die Beziehung

$$\frac{z^n}{2n} = \sum_{r=0,1,2,\ldots} \frac{\gamma_{2n}^{(2r+2)}}{(2n)!} \cdot \frac{d^{2r} z}{du^{2r}} + 2A_{2n}. \quad (68)$$

A_{2n} bedeutet den Koeffizienten des Gliedes w^{2n} in der Entwicklung

$$\int_0^v dv \int_0^v w^4 dv = A_2 w^2 + A_4 w^4 + \cdots + A_{2n} w^{2n} + \cdots$$

Man ermittelt seinen Wert, indem man diese Gleichung zweimal nach v differenziert, wodurch sie folgende Gestalt gewinnt

$$w^4 = -A_2 (2 \cdot 4 \cdot w^6 - 2 \cdot 1) - A_4 (4 \cdot 6 \cdot w^8 - 4 \cdot 3 \cdot w^2) - \cdots$$
$$\cdots - A_{2n} [2n \cdot (2n+2) \cdot w^{2n+4} - 2n(2n-1) w^{2n-2}] - \cdots$$

Hieraus entnimmt man durch blosse Koeffizientenvergleichung, dass

$$2A_{2n} = 0, \text{ wenn } n \equiv \pm 1 \pmod{3}$$
$$2A_{2n} = \frac{2 \cdot 8 \cdot 14 \cdots (2n-4)}{5 \cdot 11 \cdot 17 \cdots (2n-1)} \cdot \frac{1}{2n}, \text{ wenn } n \equiv 0 \pmod{3}.$$

Unterscheidet man die zwei Fälle: n durch 3 teilbar oder n nicht durch 3 teilbar, so entstehen aus (68) die zwei Gleichungen:

$$\wp^n(u) = \frac{1}{(2n-1)!} \sum_{r=1,2,\cdots} \gamma_{2n}^{(2r)} \cdot \frac{d^{2r-2} \wp(u)}{du^{2r-2}} + \frac{2 \cdot 8 \cdot 14 \cdots (2n-4)}{5 \cdot 11 \cdot 17 \cdots (2n-1)}, \quad (69)$$

wenn n durch 3 teilbar ist, dagegen

$$\wp^n(u) = \frac{1}{(2n-1)!} \sum_{r=1,2,\cdots} \gamma_{2n}^{(2r)} \cdot \frac{d^{2r-2} \wp(u)}{du^{2r-2}}, \quad (70)$$

wenn n teilerfremd ist zu 3.

[1] A. Hurwitz, l. c. § 1.

Führt man zum Schluss wieder $\varphi(u)$ ein, so ergeben sich die zwei wichtigen Gleichungen:

$$(71)\quad \varphi^n(u) = \frac{1}{(2n-1)!}\sum_{r=1,2,\cdots} \gamma_{2n}^{(2r)} \cdot \frac{d^{2r-2}\varphi(u)}{du^{2r-2}} + \frac{2\cdot 8\cdot 14\cdots(2n-4)}{5\cdot 11\cdot 17\cdots(2n-1)},$$

wenn $n \equiv 0 \pmod{3}$, dagegen

$$(72)\quad \varphi^n(u) = \frac{1}{(2n-1)!}\sum_{r=1,2,\cdots} \gamma_{2n}^{(2r)} \cdot \frac{d^{2r-2}\varphi(u)}{du^{2r-2}},$$

wenn n inkongruent 0 (mod. 3).

Mit Hilfe dieser Gleichungen lassen sich jetzt die Gleichungen (64_1) und (65_1) erheblich verallgemeinern.

Es bedeute zunächst p eine Primzahl von der Form $6k+1$. Ueber die in (71) und (72) vorkommende Zahl n werde die Voraussetzung getroffen $2n < p$, sodass $(2n-1)!$ die Primzahl p nicht enthält.

Differenziert man jetzt (71) und (72) $p-1$ Mal nach u und macht von der Kongruenz (64_1) Gebrauch, so entsteht:

$$(73)\quad \frac{d^{p-1}\varphi^n(u)}{du^{p-1}} \equiv h_{\frac{p-1}{6}} \cdot \left(\varphi^n(u) - \frac{2\cdot 8\cdot 14\cdots(2n-4)}{5\cdot 11\cdot 17\cdots(2n-1)}\right) \pmod{p}$$

oder

$$(74)\quad \frac{d^{p-1}\varphi^n(u)}{du^{p-1}} \equiv h_{\frac{p-1}{6}} \cdot \varphi^n(u) \pmod{p},$$

je nachdem n durch 3 teilbar ist oder nicht, unter n eine solche positive ganze Zahl verstanden, dass $2n < p$ ist.

Bezeichnet man zur Abkürzung

$$D_n = \frac{2\cdot 8\cdot 14\cdots(2n-4)}{5\cdot 11\cdot 17\cdots(2n-1)} \text{ oder } D_n = 0,$$

je nachdem n kongruent oder inkongruent Null (mod. 3), so lassen sich die Kongruenzen (73) und (74) in eine einzige zusammenziehen:

$$(75)\quad \frac{d^{p-1}\varphi^n(u)}{du^{p-1}} \equiv h_{\frac{p-1}{6}} \cdot [\varphi^n(u) - D_n] \pmod{p}$$

oder auch (mod. m).

Ganz analog erhält man bezüglich einer Primzahl q von der Form $6k+5$ unter der Voraussetzung $2n < q$ die Kongruenz:

$$(76)\quad \frac{d^{q-1}\varphi^n(u)}{du^{q-1}} \equiv 0 \pmod{q}.$$

§ 9.

Die Entwicklungskoeffizienten der Potenzen von $\varphi(u)$.

Die Entwicklung von $\varphi^n(u)$ lässt sich, nachdem man das Argument u durch iu ersetzt hat, bequem auf die Gestalt bringen

$$\varphi^n(iu) = \eta_n^{(n)} \frac{u^n}{n!} + \eta_{n+3}^{(n)} \cdot \frac{u^{n+3}}{(n+3)!} + \cdots + \eta_k^{(n)} \cdot \frac{u^k}{k!} + \cdots, \quad (77)$$

worin $\eta_n^{(n)} = 2^n \cdot n!$, wie man aus Gleichung (30) erschliessen kann. In dieser Reihe verschwinden alle $\eta_k^{(n)}$, für die k inkongruent n (mod. 3) und für die $k < n$ ist.

Die Kongruenz (75) liefert nun durch Koeffizientenvergleichung:

$$\eta_{p-1}^{(n)} \equiv - h_{\frac{p-1}{6}} \cdot D_n \pmod{p} \quad (78)$$

und

$$\eta_{k+p-1}^{(n)} \equiv h_{\frac{p-1}{6}} \cdot \eta_k^{(n)} \pmod{p}.$$

Diese zweite Kongruenz verwandelt sich durch wiederholte Anwendung in die folgende

$$\eta_{k+r(p-1)}^{(n)} \equiv \left(h_{\frac{p-1}{6}}\right)^r \cdot \eta_k^{(n)} \pmod{p}, \quad (79)$$

unter r eine positive ganze Zahl verstanden.

Diese Kongruenz führt die Reste der Koeffizienten in der Entwicklung von $\varphi^n(u)$ nach dem Modul p auf die Reste derjenigen Koeffizienten zurück, deren Index unter $p-1$ liegt oder höchstens gleich $p-1$ ist.

In dem speziellen Fall $n = p - 1$ gewinnen in Bezug auf das Endziel dieser Untersuchung die Kongruenzen (78) und (79) ein ganz besonderes, erhöhtes Interesse. In diesem Falle wird nämlich

$$\eta_{p-1}^{(n)} = \eta_{p-1}^{(p-1)} = 2^{p-1} \cdot (p-1)! \equiv -1 \pmod{p}$$

auf Grund des Fermat'schen und Wilson'schen Satzes.

Daher folgt aus (78) die Kongruenz

$$h_{\frac{p-1}{6}} \equiv \frac{5 \cdot 11 \cdot 17 \cdots (2p-3)}{2 \cdot 8 \cdot 14 \cdots (2p-6)} \pmod{p} \quad (80)$$

oder auch (mod. m).

Es muss nun versucht werden, die rechte Seite dieser Kongruenz mit $\mathfrak{A}$ in Beziehung zu bringen, wobei $\mathfrak{A}$ die aus (47) und (48) resultierende Bedeutung zukommt.

Zu diesem Zwecke könnte man von der Kongruenz[1])

$$A \equiv -\frac{\left(\frac{2p-2}{3}\right)!}{\left\{\left(\frac{p-1}{3}\right)!\right\}^2} \pmod{p}$$

ausgehen, unter A die Basis des einfachen Quadrates in der Zerlegung

$$4p = A^2 + 3B^2$$

verstanden, mit solchem Vorzeichen genommen, dass $A \equiv 1 \pmod{3}$.

Ein direkterer und übersichtlicherer Weg zur Aufsuchung der gewünschten Beziehung bietet sich aber dar, wenn man von einer Bemerkung Eisensteins in einem Briefe an Stern[2]) Gebrauch macht. Dieser Weg soll hier eingeschlagen werden.

Es bedeute wie früher

$$\varphi(u) = \wp\left(u - \frac{\omega}{1-\varrho}\right),$$

sodass $\varphi(u)$ der Differentialgleichung

$$\varphi'^2(u) = 4\varphi^3(u) - 4$$

genügt.

p sei eine Primzahl von der Form $6k+1$ und m ihr primärer Primfaktor $a + b\varrho$, m' der konjugierte Faktor, sodass

$$p = m \cdot m'.$$

Führt man abkürzungsweise die Bezeichnungen ein

$$(81) \qquad \varphi(u) = x\,; \quad \varphi(-mu) = y\,,$$

so besteht zwischen x und y die Differentialbeziehung

$$(82) \qquad \frac{dy}{\sqrt{1-y^3}} = \frac{-m \cdot dx}{\sqrt{1-x^3}}.$$

Aus der Gleichung (41) und den dort konstatierten Eigenschaften der Zähler- und Nenner-Koeffizienten erkennt man, dass sich y in die Form bringen lässt

$$(83) \quad y = a_1 x + a_2 x^2 + \cdots + a_p x^p + a_{p+1} x^{p+1} + \cdots \text{ in inf.},$$

worin alle Koeffizienten $a_1, a_2, \cdots$ durch m teilbare ganze Zahlen bedeuten mit alleiniger Ausnahme von a_p, der kongruent 1 (mod. m) ist. Setzt man daher

---

[1]) Paul Bachmann, l. c. pag. 142.

[2]) Abhandlungen zur Geschichte der Mathematik, VII, Briefe von G. Eisenstein an M. A. Stern, herausgegeben von A. Hurwitz und F. Rudio, Brief II und Brief V.

$$y = a_p x^p + m \cdot R, \tag{84}$$

so hat R lauter ganzzahlige (komplexe) Koeffizienten, auch kommt in R kein Glied x^p vor. Man kann daher gleichsam

$$y \equiv x^p \pmod{m} \tag{85}$$

betrachten. Trägt man diesen Wert in die etwas umgeformte Differentialgleichung (82):

$$-\frac{1}{m} \cdot \frac{dy}{dx} = \sqrt{\frac{1-y^2}{1-x^3}}$$

ein, so entsteht die in gleichem Sinn wie (85) zu verstehende Kongruenz:

$$-\frac{1}{m} \cdot \frac{dy}{dx} \equiv \sqrt{\frac{1-x^{3p}}{1-x^3}} = \sqrt{\frac{(1-x^3)^p}{1-x^3}} \equiv (1-x^3)^{\frac{p-1}{2}} \pmod{m}. \tag{86}$$

Aus (84) entnimmt man

$$\frac{dy}{dx} = p \cdot a_p \cdot x^{p-1} + m \frac{dR}{dx}$$

oder, wenn man das Kongruenzzeichen in gleichem Sinne wie oben versteht:

$$-\frac{1}{m} \cdot \frac{dy}{dx} \equiv -m' \cdot x^{p-1} - \frac{dR}{dx} \pmod{m}$$

(86) verwandelt sich daher in

$$-m' \cdot x^{p-1} - \frac{dR}{dx} \equiv (1-x^3)^{\frac{p-1}{2}} \pmod{m}. \tag{87}$$

Da $\frac{dR}{dx}$ kein Glied x^{p-1} enthalten kann, so ergiebt die Vergleichung dieser Glieder:

$$-m' \equiv (-1)^{\frac{p-1}{3}} \binom{\frac{p-1}{2}}{\frac{p-1}{3}} \pmod{m}. \tag{88}$$

Der $\left(\frac{p-1}{3}\right)^{\text{te}}$ Binomialkoeffizient zur Basis $\frac{p-1}{2}$ hat den Wert:

$$\begin{aligned}
\binom{\frac{p-1}{2}}{\frac{p-1}{3}} &= \frac{1}{2^{\frac{p-1}{3}}} \cdot \frac{(p-1)(p-3)\cdots\left(\frac{p+5}{3}\right)}{1\cdot 2\cdot 3\cdots\left(\frac{p-1}{3}\right)} \\
&= \frac{(3p-3)(3p-9)\cdots(p+11)(p+5)}{6\cdot 12\cdot 18\cdots(2p-8)(2p-2)} \\
&\equiv \frac{(2p-3)(2p-9)\cdots 11\cdot 5}{(-1)^{\frac{p-3}{3}}\cdot(2p-6)(2p-12)\cdots 8\cdot 2} \pmod{m}
\end{aligned}$$

(88) gewinnt so die definitive Form:

$$(89) \qquad -m' \equiv \frac{5 \cdot 11 \cdot 17 \cdots (2p-9)(2p-3)}{2 \cdot 8 \cdot 14 \cdots (2p-12)(2p-6)} \pmod{m}.$$

Jetzt gelingt es, die Kongruenz (80) weiter zu entwickeln. Zunächst erhält sie mit Hilfe des Resultates (89) die Gestalt

$$(90) \qquad h_{\frac{p-1}{6}} \equiv -m' \pmod{m}.$$

Mit Unterscheidung der drei in den Gleichungen (49) eingeführten Fälle bezüglich der Zerlegung von p in das Produkt der primären komplexen Primfaktoren m und m' der Form $a + b\varrho$ entstehen nun aus (90) die drei Kongruenzen:

I. a und b ungerade.

$$(91_1) \quad h_{\frac{p-1}{6}} \equiv -m' \equiv -m' - m\varrho^2 \equiv (-1)^{\frac{p-1}{6}} \cdot \varrho \cdot (2\mathfrak{A}) \pmod{m}.$$

II. a gerade, b ungerade.

$$(91_2) \quad h_{\frac{p-1}{6}} \equiv -m' \equiv -m'\varrho^3 - m\varrho \equiv \varrho(-m'\varrho^2 - m)$$

$$\equiv (-1)^{\frac{p-1}{6}} \cdot \varrho^2 \cdot (2\mathfrak{A}) \pmod{m}.$$

III. a ungerade, b gerade.

$$(91_3) \quad h_{\frac{p-1}{6}} \equiv -m' \equiv -m' - m \equiv (-1)^{\frac{p-1}{6}} \cdot (2\mathfrak{A}) \pmod{m}.$$

In dem hier zu wählenden Falle $n = p - 1$ sind alle Koeffizienten $\eta_k^{(n)}$ der Entwicklung (77), deren Indices k unter $p-1$ liegen, gleich Null. Daher sind laut (79) sämtliche Koeffizienten $\eta_k^{(n)}$ durch p teilbar, deren Indices k nicht Vielfache von $p-1$ sind. Die Kongruenz (79) geht, wenn $k = p - 1$ und $r - 1$ an Stelle von r gesetzt wird, über in

$$(92) \qquad \eta_{r(p-1)}^{(p-1)} \equiv -\left(h_{\frac{p-1}{6}}\right)^{r-1} \pmod{p}.$$

Nimmt man die Kongruenzen (91) hinzu, so erhält man

I. a und b ungerade.

$$(93_1) \quad \eta_{r(p-1)}^{(p-1)} \equiv -(-1)^{\frac{p-1}{6}(r-1)} \cdot \varrho^{r-1} \cdot (2\mathfrak{A})^{r-1} \pmod{m}.$$

II. a gerade, b ungerade.

$$(93_2) \quad \eta_{r(p-1)}^{(p-1)} \equiv -(-1)^{\frac{p-1}{6}(r-1)} \cdot \varrho^{2(r-1)} \cdot (2\mathfrak{A})^{r-1} \pmod{m}.$$

III. a ungerade, b gerade.

$$(93_3) \quad \eta_{r(p-1)}^{(p-1)} \equiv -(-1)^{\frac{p-1}{6}(r-1)} \cdot (2\mathfrak{A})^{r-1} \pmod{m}.$$

So gelangt man denn schliesslich zu dem in § 6 gesteckten Ziel, zur Bestimmung der Entwicklung von $\frac{\varphi^{p-1}(iu)}{(p-1)!}$ (mod. m), nämlich:

I. a und b ungerade.

$$\frac{\varphi^{p-1}(iu)}{(p-1)!} \equiv \sum_{r=1}^{\infty}(-1)^{\frac{p-1}{6}(r-1)}\cdot\varrho^{r-1}\cdot(2\mathfrak{A})^{r-1}\cdot\frac{u^{r(p-1)}}{[r(p-1)]!}\,(\text{mod. } m). \quad (94_1)$$

II. a gerade, b ungerade.

$$\frac{\varphi^{p-1}(iu)}{(p-1)!} \equiv \sum_{r=1}^{\infty}(-1)^{\frac{p-1}{6}(r-1)}\cdot\varrho^{2(r-1)}\cdot(2\mathfrak{A})^{r-1}\cdot\frac{u^{r(p-1)}}{[r(p-1)]!}\,(\text{mod. } m). \quad (94_2)$$

III. a ungerade, b gerade.

$$\frac{\varphi^{p-1}(iu)}{(p-1)!} \equiv \sum_{r=1}(-1)^{\frac{p-1}{6}(r-1)}\cdot(2\mathfrak{A})^{r-1}\cdot\frac{u^{r(p-1)}}{[r(p-1)]!}\,(\text{mod. } m). \quad (94_3)$$

§ 10.

Die Partialbruchentwicklung der Zahl F_n.

Aus den drei Kongruenzen (53) in Verbindung mit den drei letzt aufgestellten (94) lässt sich entnehmen, dass in den drei verschiedenen Fällen der Zähler σ irgend eines Partialbruches der Zahl F_n die Gestalt annehmen wird:

I. a und b ungerade.

$$\sigma \equiv (\varrho)^{\frac{6n}{p-1}}\cdot(-1)^{n-n}\cdot(2\mathfrak{A})^{\frac{6n}{p-1}}\,(\text{mod. } m) \quad (95_1)$$

und weil $\varrho^{\frac{6n}{p-1}} = 1$, so wird

$$\sigma \equiv (2\mathfrak{A})^{\frac{6n}{p-1}}\quad(\text{mod. } m)$$

II. a gerade, b ungerade.

$$\sigma \equiv (\varrho)^{\frac{12n}{p-1}}\cdot(-1)^{n-n}\cdot(2\mathfrak{A})^{\frac{6n}{p-1}}\quad(\text{mod. } m), \quad (95_2)$$

woraus wieder entsteht

$$\sigma \equiv (2\mathfrak{A})^{\frac{6n}{p-1}}\quad(\text{mod. } m)$$

III. a ungerade, b gerade.

$$\sigma \equiv (-1)^{n-n}\cdot(2\mathfrak{A})^{\frac{6n}{p-1}}\quad(\text{mod. } m). \quad (95_3)$$

Diese drei Kongruenzen vereinigen sich also, wie man erkennt, ohne weiteres ohne Unterschied der drei verschiedenen Fälle des primären m in eine einzige, immer giltige Kongruenz:

$$\sigma \equiv (2\mathfrak{A})^{\frac{6n}{p-1}} \pmod{m}, \tag{96}$$

die, wenn man beachtet, dass beide Seiten derselben reell sind, die endgiltige Gestalt gewinnt:

$$\sigma \equiv (2\mathfrak{A})^{\frac{6n}{p-1}} \pmod{p}. \tag{97}$$

Folglich heisst die Partialbruchzerlegung von F_n

$$F_n = G_n + \frac{\varepsilon_0}{2^\alpha} + \frac{\varepsilon_1}{3^\beta} + \sum \frac{(2\mathfrak{A})^{\frac{6n}{p-1}}}{p}. \tag{98}$$

Dabei ist die Summe über diejenigen Primzahlen p von der Form $6k+1$ zu erstrecken, für welche $6n$ durch $p-1$ teilbar ist.

$\mathfrak{A}$ bedeutet für jedes so gewählte p die Basis des einfachen Quadrates bei der Zerlegung von p in die Summe

$$p = \mathfrak{A}^2 + 3\mathfrak{B}^2,$$

diese Basis mit solchem Vorzeichen genommen, dass die Kongruenz

$$\mathfrak{A} \equiv (-1)^{\frac{p-1}{6}} \pmod{3}$$

erfüllt wird.

G_n bedeutet eine ganze Zahl.

Es wird sich jetzt nur noch um die nähere Bestimmung der den Primzahlen 2 und 3 entsprechenden Teile $\frac{\varepsilon_0}{2^\alpha}$ und $\frac{\varepsilon_1}{3^\beta}$ handeln. Nimmt man den zweiten Teil $\frac{\varepsilon_1}{3^\beta}$ voraus, so lässt sich leicht zeigen, dass er gar nicht auftreten kann. Benutzt man dazu die früher aufgestellte Entwicklung von $\frac{1}{\wp^2(u)}$:

$$\frac{1}{\wp^2(u)} = e_0 \cdot \frac{u^4}{4!} + e_1 \cdot \frac{u^{10}}{10!} + \cdots + e_{n-1} \cdot \frac{u^{6n-2}}{(6n-2)!} + \cdots,$$

in welcher sich nach Gleichung (37) die Koeffizienten e_n folgenderweise in den Zahlen F_n darstellen lassen:

$$e_{n-1} = 2^{6n-2}[1-(1-\varrho)^{6n}] \cdot \frac{F_n}{6n} \qquad (n = 1, 2, \cdots),$$

so erhält man aus dieser letzten Gleichung umgekehrt die Darstellung der Zahlen F_n in den ganzzahligen Koeffizienten e_n in der Gestalt

$$F_n = \frac{6n \cdot e_{n-1}}{2^{6n-2} \cdot [1-(1-\varrho)^{6n}]} = \frac{6n \cdot e_{n-1}}{2^{6n-2}[1-(-3)^{3n}]} \tag{99}$$

Der Nenner der rechten Seite dieser Gleichung ist jedenfalls ein Multiplum des Nenners von F_n und da er inkongruent Null

(mod. 3) ist, so kann die Primzahl 3 im Nenner von F_n nicht auftreten. Wohl aber ersieht man aus der Gestalt des Zählers $6n \cdot e_{n-1}$ der rechten Seite von (99), dass 3 unter den Primfaktoren des Zählers von F_n wenigstens einmal auftreten wird.

Die Darstellung (98) reduziert sich nun auf die folgende:

$$F_n = G_n + \frac{\varepsilon_0}{2^a} + \sum \frac{(2\mathfrak{A})^{\frac{6n}{p-1}}}{p}, \tag{100}$$

in welcher nur noch $\frac{\varepsilon_0}{2^a}$ zu ermitteln übrig bleibt.

Aus der am Schlusse dieser Arbeit auf Grund der Rekursionsformel (5) berechneten Tabelle der zwölf ersten Zahlen F_n lässt sich mit absoluter Sicherheit durch explizite Darstellung dieser rationalen Zahlen in der Gestalt einer Summe von Partialbrüchen in Bezug auf den hier in Betracht kommenden Term das Gesetz konstatieren, dass für die Zahlen

$$F_2,\ F_4,\ F_6,\ F_8,\ F_{10},\ F_{12}$$

$$\frac{\varepsilon_0}{2^a} = \frac{1}{4},$$

während für die übrigbleibenden Zahlen

$$F_1,\ F_3,\ F_5,\ F_7,\ F_9,\ F_{11}$$

dieser erste Partialbruch

$$\frac{\varepsilon_0}{2^a} = \frac{-1}{4} \text{ wird.}$$

Durch ein einigermassen berechtigtes, wenn auch keineswegs vor einem strengern, rein wissenschaftlichen Standpunkte bestehendes Induktionsschlussverfahren gelangt man nun, von der eben konstatierten Thatsache ausgehend, zur Feststellung des allgemein giltigen Gesetzes, dass für den in der Darstellung (100) noch unbestimmten Term $\frac{\varepsilon_0}{2^a}$ die Relation gilt:

$$\frac{\varepsilon_0}{2^a} = \frac{(-1)^n}{4}. \tag{101}$$

Auf den strengen theoretischen Beweis dieses Gesetzes muss ich hier verzichten. Doch werde ich später gelegentlich darauf zurückkommen. Da das Induktionsverfahren von Hurwitz[1]) im

[1]) A. Hurwitz, l. c. § 10.

vorliegenden Falle wo nicht völlig zu versagen, so doch mit vorderhand unüberwindlich scheinenden Schwierigkeiten und Komplikationen verknüpft zu sein scheint, so gilt es den Versuch, mit einer eigens für diesen Fall zugeschnittenen Methode an die Sache heranzutreten.

Zum Schlusse lassen sich die Hauptresultate dieser Untersuchung in folgender Weise zusammenfassen:

Entwickelt man die Weierstrass'sche Funktion $\wp(u; 0{,}4)$ mit den Invarianten $g_2 = 0$, $g_3 = 4$ und den Primitivperioden ω und $\varrho\omega$ (unter ϱ die dritte Einheitswurzel, unter ω den Wert des Integrals $\omega = 2\int\limits_0^1 \frac{dx}{\sqrt{1-x^6}}$ verstanden) nach Potenzen von u, so besitzen die Entwicklungskoeffizienten F_n eine Partialbruchzerlegung von der Gestalt

$$F_n = G_n + \frac{(-1)^n}{4} + \sum \frac{(2\mathfrak{A})^{\frac{6n}{p-1}}}{p}. \tag{102}$$

Dabei bezeichnet G_n eine ganze Zahl, und die Summe ist über diejenigen Primzahlen p von der Form $6k+1$ zu erstrecken, für welche $p-1$ ein Divisor von $6n$ ist. Die der einzelnen Primzahl p entsprechende Zahl $\mathfrak{A}$ ist die Basis des einfach auftretenden Quadrates in der Zerlegung

$$p = \mathfrak{A}_2 + 3\mathfrak{B}^2,$$

und zwar mit solchem Vorzeichen genommen, dass die Kongruenz

$$\mathfrak{A} \equiv (-1)^{\frac{p-1}{6}} \pmod{3}$$

erfüllt wird.

I. Tabelle der Darstellungen

von p als Produkt der primären Primfaktoren $p = m \cdot m'$ und der Zerfällungen $p = \mathfrak{A}^2 + 3\,\mathfrak{B}^2$ $\left[\mathfrak{A} \equiv (-1)^{\frac{p-1}{6}} \pmod{3}\right]$.

$$m = a + b\varrho, \text{ wo } \varrho = \frac{-1+\sqrt{-3}}{2}.$$

p	$m = a + b\varrho \begin{bmatrix} b \equiv 0 & \pmod{3} \\ a \equiv -1 & \end{bmatrix}$	$\mathfrak{A}$	$\lvert\mathfrak{B}\rvert$	$2\,\mathfrak{A}$
7.	$2 + 3\varrho$	2	1	4
13.	$-1 + 3\varrho$	1	2	2
19.	$5 + 3\varrho$	-4	1	-8
31	$5 + 6\varrho$	2	3	4
37.	$-7 - 3\varrho$	-5	2	-10
43.	$-7 - 6\varrho$	-4	3	-8
61.	$5 + 9\varrho$	7	2	14
67.	$-7 - 9\varrho$	8	1	16
73.	$-1 - 9\varrho$	-5	4	-10

II. Tabelle der Zahlen $F_n = G_n + \frac{(-1)^n}{4} + \sum \frac{(2\mathfrak{A})^{\frac{2n}{p-1}}}{p}$.

(Wegen des ungemein raschen Anwachsens der ganzzahligen Teile G_n sind diese nur bis $n = 5$ in der Tabelle angegeben).

$$F_1 = \frac{3^2}{2^2 \cdot 7} = 0 - \frac{1}{4} + \frac{4}{7}$$

$$F_2 = \frac{3^5 \cdot 5^2}{2^2 \cdot 7 \cdot 13} = 14 + \frac{1}{4} + \frac{4^2}{7} + \frac{2}{13}$$

$$F_3 = \frac{3^8 \cdot 5^3 \cdot 11}{2^2 \cdot 7 \cdot 19} = 16949 - \frac{1}{4} + \frac{4^3}{7} - \frac{8}{19}$$

$$F_4 = \frac{3^{11} \cdot 5^3 \cdot 11^2 \cdot 17}{2^2 \cdot 7 \cdot 13} = 125134365 + \frac{1}{4} + \frac{4^4}{7} + \frac{2^2}{13}$$

$$F_5 = \frac{3^{14} \cdot 5^6 \cdot 11^2 \cdot 17 \cdot 23}{2^2 \cdot 7 \cdot 31} = 4073427533678 - \frac{1}{4} + \frac{4^5}{7} + \frac{4}{31}$$

$$F_6 = \frac{3^{17} \cdot 5^7 \cdot 11^3 \cdot 17^2 \cdot 23 \cdot 29 \cdot 43}{2^2 \cdot 7 \cdot 13 \cdot 19 \cdot 37} = G_6 + \frac{1}{4} + \frac{4^6}{7} + \frac{2^3}{13} + \frac{8^2}{19} - \frac{10}{37}$$

$$F_7 = \frac{3^{20} \cdot 5^8 \cdot 11^3 \cdot 17^2 \cdot 23 \cdot 29 \cdot 431}{2^2 \cdot 7 \cdot 43} = G_7 - \frac{1}{4} + \frac{4^7}{7} - \frac{8}{43}$$

$$F_8 = \frac{3^{23} \cdot 5^8 \cdot 11^4 \cdot 17^2 \cdot 23^2 \cdot 29 \cdot 41 \cdot 313}{2^2 \cdot 7 \cdot 13} = G_8 + \frac{1}{4} + \frac{4^8}{7} + \frac{2^4}{13}$$

$$F_9 = \frac{3^{26} \cdot 5^{10} \cdot 11^4 \cdot 17^3 \cdot 23^2 \cdot 29 \cdot 41 \cdot 47 \cdot 1201}{2^2 \cdot 7 \cdot 19} = G_9 - \frac{1}{4} + \frac{4^9}{7} + \frac{8^3}{19}$$

$$F_{10} = \frac{3^{29} \cdot 5^{13} \cdot 11^5 \cdot 17^3 \cdot 23^2 \cdot 29^2 \cdot 41^2 \cdot 47 \cdot 53 \cdot 1823}{2^2 \cdot 7 \cdot 13 \cdot 31 \cdot 61} = G_{10} + \frac{1}{4} + \frac{4^{10}}{7} + \frac{2^5}{13} + \frac{4^2}{31} + \frac{14}{61}$$

$$F_{11} = \frac{3^{32} \cdot 5^{13} \cdot 11^6 \cdot 17^3 \cdot 23^2 \cdot 29^2 \cdot 41 \cdot 47 \cdot 53 \cdot 59 \cdot 79 \cdot 733}{2^2 \cdot 7 \cdot 67} = G_{11} - \frac{1}{4} + \frac{4^{11}}{7} + \frac{16}{67}$$

$$F_{12} = \frac{3^{35} \cdot 5^{13} \cdot 11^6 \cdot 17^4 \cdot 23^3 \cdot 29^2 \cdot 41 \cdot 47 \cdot 53 \cdot 59 \cdot 467830692001}{2^2 \cdot 7 \cdot 13 \cdot 19 \cdot 37 \cdot 73} = G_{12} + \frac{1}{4} + \frac{4^{12}}{7} + \frac{2^6}{13} + \frac{8^4}{19} + \frac{10^2}{37} - \frac{10}{73}$$

Zur Kenntnis des 1,2-Naphtalendiazooxyds.

Von

Eug. Bamberger und **S. Wildi.**

Im Anschluss an früher[1]) veröffentlichte Studien über das 1,2-Naphtalendiazooxyd haben wir auch das Verhalten dieser Substanz gegen methylalkoholisches Kali untersucht und gefunden, dass dieselbe dadurch unter Stickstoffentwicklung in ein Gemenge von β-Naphtohydrochinonmonomethyläther, β-Naphtol und β—β-Dinaphtol zerlegt wird.

Das erstgenannte Phenol — das Produkt einer alkoholytischen Spaltung —

$$C_{10}H_6\langle{}^{N_2}_{O}\rangle + CH_3OH = N_2 + C_{10}H_6\langle{}^{OCH_3}_{OH}$$

geht in ähnlicher Weise aus dem Diazooxydher vor, wie etwa Esthersäuren aus Säureanhydriden unter der Einwirkung von Alkoholen. Die beiden andern Produkte, β-Naphtol und β — β-Dinaphtol, verdanken ihre Entstehung der Reduktionswirkung des methylalkoholischen Kalis.

30 gr Naphtalendiazooxyd wurden in 6 Portionen zu je 5 gr mit je 100 cm^3 zehnprozentigen, methylalkoholischen Kalis auf kochendem Wasserbad erhitzt. Die Farbe der zunächst grünbraunen Lösung geht unter gleichzeitiger, lebhafter Stickstoffentwicklung im Verlauf anderthalbstündigen Erhitzens durch Braun und Grün in Stahlblau über, um beim Erkalten in Rubinrot umzuschlagen. Die aus den sechs einzelnen Operationen vereinigten Lösungen werden, nachdem der grösste Teil des Holzgeists durch Destillation,

---

[1]) D. Zeitschr. **48** (1898), 327.

der Rest durch Abdunstenlassen entfernt ist, mit normaler Natronlauge versetzt und ausgeäthert; da der geringe Aetherrückstand sich bis auf wenig Harz ebenfalls als alkalilöslich erwies, so wurde er in Aetzlauge aufgenommen und der übrigen Natronlösung hinzugefügt.

Dieser Flüssigkeit können die drei oben genannten Phenole durch Aussäuern und Ausäthern entzogen werden; sie hinterbleiben nach Entfernung des Lösungsmittels als dickes, allmählich erstarrendes Oel, welches beim Anreiben mit wenig lauwarmem Benzol das Dinaphtol zum grössten Teil abscheidet, während die beiden andern Phenole in Lösung gehen.

β — β-Dinaphtol $OH \cdot C_{10}H_6 - C_{10}H_6 \cdot OH$.

Die nach dem Erkalten der Benzollösung (A) abgesaugten Krystalle können durch Umlösen aus viel kochendem Benzol oder besser Xylol (von welchem geringere Mengen ausreichen) unschwer gereinigt werden. Lange, seidenglänzende, verfilzte, weisse Nadeln vom Schmelzpunkt 199,5°— 200°, in siedendem Benzol mässig leicht, sehr schwer in kaltem, kaum in Wasser, ganz leicht in Alkohol, Aether und wässrigen Alkalien löslich. Ferrichlorid ruft in der koncentriert alkoholischen Lösung eine schwach grasgrüne Färbung hervor, welche beim Erwärmen sofort, in der Kälte nach kurzem Stehen in gelb umschlägt.

0,0725 gr — 0,2232 gr CO_2 — 0,0344 gr H_2O

$(C_{10}H_6 \cdot OH)_2$. Ber.: C = 83,92 H = 4,90

Gef.: C = 83,96 H = 5,27

Obwohl Kaufmann den Schmelzpunkt des β — β-Dinaphtols 4,5° niederer fand, als wir denjenigen unseres Präparates, zweifeln wir nicht an der Identität[1]) beider — um so weniger, als der von uns beobachtete Schmelzpunkt ebenfalls anfangs bei 195° lag und sich erst durch wiederholte Krystallisation auf die oben bezeichnete Höhe bringen liess.

---

[1]) Kaufmann giebt zwar an, dass die Lösung seines Dinaphtols durch Ferrichlorid nicht gefärbt werde, allein die von uns beobachtete hell grasgrüne Färbung wird, wenn man nicht ziemlich koncentrierte alkoholische Lösung verwendet, leicht übersehen.

Nachdem aus den Xylolfiltraten das darin noch vorhandene Dinaphtol nach Möglichkeit herausgebracht ist, vereinigt man die schliesslich verbleibende Mutterlauge mit der oben als A bezeichneten Benzollösung.

Naphtohydrochinonmonomethyläther $C_{10}H_6\langle{}^{OH}_{OCH_3}$ *und β-Naphtol.*

Wie sich nach längerer Untersuchung herausgestellt hat, besteht der Rückstand von A aus einem Gemisch der in der Ueberschrift bezeichneten Substanzen. Man destilliert sie zunächst mit Wasserdampf, um sie auf diese Weise von harzigen Bestandteilen und geringen Mengen noch beigemengten Dinaphtols abzutrennen. Im Destillat scheiden sich in reichlicher Menge silberweise, atlasglänzende Schüppchen ab, welche mit den im Kondenswasser gelöst bleibenden und mittels Aether leicht zu sammelnden Partien vereinigt werden. Nachdem alle Versuche, dies Gemenge mit Hilfe von Lösungsmitteln oder durch abgestufte Dampfdestillation zu zerlegen, gescheitert waren, fanden wir schliesslich im wässrigen Ammoniak ein nicht gerade befriedigendes, aber immerhin anwendbares Scheidungsmittel. Man löst das Gemisch der Phenole in heissem Ammoniak, filtriert — wenn nötig — von ganz geringen Verunreinigungen ab und erhält beim Erkalten einen Krystallanschuss, in welchem der Methyläther des Naphtohydrochinons so angereichert ist, dass derselbe nun durch Anwendung geeigneter Lösungsmittel rein erhalten werden kann. Wir liessen zunächst eine fraktionierte Dampfdestillation, dann Krystallisationen aus kochendem Ligroin und aus Wasser nachfolgen. Durch öftere Wiederholung der letzten zwei Operationen gelangt man schliesslich zu einer Substanz, welche sich vollkommen einheitlich und zwar als ein Monomethyläther des Naphtohydrochinons erwies.

Derselbe krystallisiert aus schnell erkaltendem Ligroin in silberweissen, perlmutterglänzenden Blättchen, bei langsamer Abkühlung in dünnen, wasserhellen Platten, bei allmählichem Abdunsten des Lösungsmittels in kompakten, stark lichtbrechenden, glasglänzenden Säulen. Schmelzpunkt 90,5 — 91°. In Ligroin löst sich der mit Dampf leicht flüchtige Aether in der Hitze leicht, in der Kälte sehr viel schwerer; Aether, Alkohol, Aceton, Chloroform nehmen ihn spielend auf, Wasser bei Siedetemperatur mässig, in

der Kälte sehr schwierig. Beim Kochen mit letzterem entwickelt er einen unangenehmen, an α-Naphtol erinnernden Geruch. Eisenchlorid erzeugt in der wässrigen Lösung eine hellgelbe, emulsionsartige Fällung, Chlorkalk — in ganz geringer Menge hinzugefügt — eine intensiv gelbe Färbung, welche bei Zusatz von etwas mehr Chlorkalk verschwindet und einer schwachen, beim Stehen vergehenden, weissen Opalescenz Platz macht.

Eisenchlorid bewirkt in der alkoholischen Lösung eine hell grasgrüne, bald in Grüngelb und schliesslich in reines Gelb übergehende Farbe.

0,1104 gr — 0,3068 gr CO_2 — 0,0592 gr H_2O

$C_{11} \cdot H_{10} \cdot O_2$. Ber.: C = 75,86 H = 5,75

Gef.: C = 75,79 H = 5,95

Diazobenzolchlorid erzeugt in der alkalischen Lösung einen emulsionsartig ausfallenden, eigelben Azofarbstoff. Die Anwesenheit der Methoxylgruppe gab sich beim Erhitzen mit koncentrierter Salzsäure zu erkennen: das mehrere Stunden auf 140 — 150° gehaltene Rohr öffnet sich nach dem Erkalten unter dem Druck des reichlich erzeugten Chlormethyls, welches mit der bekannten grüngesäumten Flamme verbrannte.

Unsere Bemühungen zur Bestimmung des Orts der Methoxylgruppe — es sollte seine Identität bezw. Nichtidentität mit 1 Oxy-2 Methoxy-Naphtalin festgestellt werden — scheiterten an der Unmöglichkeit, diesen bisher unbekannten Aether auf dem üblichen Weg

NO_2, OH → NO_2, OCH_3 → NH_2, OCH_3 → OH, OCH_3

darzustellen. Durch Verkochen des diazotierten α-Amido-β-Methoxynaphtalins, welches man durch Reduktion des Nitrokörpers mit Zinnchlorür und Salzsäure bei Gegenwart von etwas Alkohol leicht in schön krystallisierter Form darstellen kann, erhielten wir (neben grösseren Mengen einer mit Dampf unflüchtigen, für uns interesselosen und daher nicht untersuchten Substanz) lediglich den nach Ananas riechenden β-Naphtolmethyläther vom Schmelzpunkt 72°.

Sein unseres Wissens nirgends beschriebenes[1]) Nitroderivat $C_{10}H_6(NO_2)OCH_3$, welches uns von den Höchster Farbwerken gütigst überlassen wurde, bildet schwefelgelbe, intensiv glasglänzende Prismen vom Schmelzpunkt 127,5° (corr.) Löslichkeit:

Alkohol: heiss leicht, kalt schwer
Benzol: heiss sehr leicht, kalt leicht
Ligroin: heiss ziemlich schwer, kalt sehr schwer

0,2366 gr — 0,5642 gr CO_2 — 0,0944 gr H_2O

$C_{11}H_9NO_3$. Ber.: C = 65,02 H = 4,43
Gef.: C = 65,03 H = 4,44

Der ammoniakalischen Lösung, aus welcher ein beträchtlicher Teil des Hydrochinonäthers auskrystallisiert war, wurden die noch darin verbliebenen Phenole in bekannter Weise wieder entzogen. Die Zerlegung derselben in ihre Bestandteile war eine äusserst mühsame, viel Geduld erfordernde Operation, die erst nach wochenlanger Arbeit zum Ziele führte. Man musste die Behandlung mit Ammoniak, die fraktionierte Dampfdestillation, die abgestufte Krystallisation sowohl aus kochendem Ligroin, wie aus kochendem Wasser sehr häufig wiederholen, bis es schliesslich gelang, sowohl den noch vorhandenen Anteil an Naphtohydrochinonmethyläther, wie das ihm beigemischte β-Naphtol im Zustand völliger Reinheit abzuscheiden. Nachdem im ganzen etwa 4 gr des ersteren und annähernd 3 gr des letzteren herausgearbeitet waren, verblieb ein Gemisch, auf dessen weitere Zerlegung wir verzichteten.

Das β-Naphtol wurde sowohl als solches durch den Schmelzpunkt von 122° und die bekannten Farbreaktionen als auch in Form des mittels Diazobenzols hergestellten Azofarbstoffes vom Schmelzpunkt 131,5 — 132° identifiziert.

Zürich. Analyt.-chem. Laborat. des eidg. Polytechnikums.

[1]) Nachträglich bemerkten wir, dass dieses schon von Davis (Chem. Centr. 1897, I, p. 239) beschrieben ist. Davis gibt den Schmelzpunkt 126° an.

Arbeiten aus dem botanischen Museum des eidg. Polytechnikums
(unter Leitung von Prof. Schröter).

II. Der Lützelsee und das Lautikerried, ein Beitrag zur Landeskunde.

Von

T. Waldvogel.

(Hiezu Tafel X und XI.)

Der Lützelsee liegt nördlich von Hombrechtikon, Kt. Zürich. Die Strasse nach Grüningen steigt von Hombrechtikon noch etwa fünf Minuten an bis auf den Höhenrücken, der als Fortsetzung des Pfannenstiels dem obern Zürichsee entlang zieht, senkt sich dann in eine flache Mulde, in der rechterhand der Lützelsee eingebettet ist. Der grösste Teil der Mulde wird vom Lautikerried eingenommen. Den See speisen vier Zuflüsse (siehe Kärtchen, Taf. X):

1. der Gehrenbach vom Seeweidsee her,
2. der Herrgassbach vom Gunten,
3. der Schwarzenbach von Adletshausen her,
4. der Engelberg-Böschbach.

Der Ausfluss erfolgt in südlicher Richtung durch ein Erosionsthal im Tertiär zwischen Bochstenhöhe und Kramen.

Das Becken (Meereshöhe des Seespiegels 503 m) ist von einer Reihe anmutiger Höhen umgeben: Buehn 540 m, Bochsten 535 m, Leissibühl 536 m, Haselholz, Richttanne 553 m, Hubholz 531 m und Herrgass 536 m. Die Spitzen der Hügel deckt stattlicher Wald, an den Hängen ziehen sich üppige Wiesen hin, die nach und nach ins Ried übergehen.

Trauliche Häusergruppen schauen herab zum schimmernden Spiegel des Sees, von ferne grüsst die Churfürstenkette, der Bachtel und Sentis, und die Schneehäupter der Glarner- und Schwyzeralpen geben der Idylle einen würdigen Hintergrund.

Das Lützelseegebiet liegt in der obern Süsswassermolasse. Es wechseln Nagelfluh und Sandsteinschichten, daneben

erscheinen auch rötliche Kalkablagerungen, die einen brauchbaren Wetterkalk liefern.

Ein Aufschluss bei Buehn (Kärtchen) zeigt stark verkittete Nagelfluh und Sandsteinbänder, die Höhe bei Oberlautikon besteht aus Nagelfluh, Unterlautikon hat eine mehrere Meter mächtige Sandsteinschicht, die bei Anlage eines Feuerweihers blossgelegt worden. An der Bochstenhöhe, am Haselholz, an der Richttanne, bei Adletshausen und der Herrgass tritt die Nagelfluh zu Tage, indes hinter der Hub und dem gegenüberstehenden Leissibühl auch Kalkschichten zu bemerken sind.

Das Torfmoor ruht, wie schon Gutzwiller (Beiträge zur geol. Karte der Schweiz, Bl. IX) ausführt, auf Seekreide. Ich habe mich durch einige Probelöcher von der Richtigkeit dieser Angabe überzeugt. Der See nahm einst eine 3—4 mal grössere Fläche ein als heutzutage; sein Ufer folgte der Richtung nach so ziemlich der Kurve 510 m des topog. Atlas, aber höchstens ansteigend bis 505 m. Das ehemalige Seegebiet ist durch stärkere Schraffierung kenntlich gemacht. Der Hubbuck (519 m) bildete eine stark vorspringende Halbinsel, die aus Nagelfluh bestehende, nördlich vom See gelegene Erhöhung (509 m) eine kleine Insel.

An Erratikum ist die Gegend sehr arm. Gutzwiller schreibt in seinen Beiträgen: „Süd- und westwärts dem Bachtel zwischen Rüti und Wald, bei Bubikon, Hombrechtikon, Grüningen, sowie entlang dem Zürichsee von Rapperswyl bis Meilen zeigt sich Erratikum, sowie jede Gletscherbildung nur selten. Ueberall Molassebildung, selten vereinzelte Blöcke und Schuttablagerungen. Erst am Pfannenstiel grössere Moränen."

So sehr die Angabe sich bestätigt für das Gebiet nördlich vom Höhenzug bei Hombrechtikon, so sind die Gletscherablagerungen am südlichen Hang unmittelbar bei Hombrechtikon doch nicht unbedeutend. Bei Erstellung von Wasserleitungen kam man in einer Tiefe von circa 2 m auf den rötlichen Molassekalk, der ganz deutlich die Spuren des Gletscherschliffes aufwies, darüber lagerten in grosser Menge Stücke von weissem Alpenkalk, der zur Erstellung von Grotten und Garteneinfassungen verwendet wurde. Dies können nur Gletscherdepositen sein.

Dr. Aeppli (Beiträge zur geol. Karte der Schweiz, Bl. IV) nimmt an, der Linthgletscher habe sich am Pfannenstiel geteilt

und einen Arm ins Glatthal, den andern durch das Zürichseethal gesandt. Man kann deshalb den Mangel erratischer Spuren jenseits des Kammes von Hombrechtikon auf folgende Weise erklären:

Der Höhenzug, der zum Pfannenstiel ansteigt, bildet den Keil, durch den am Ende die Teilung des Linthgletschers herbeigeführt wurde. Der Gletscher hat seine Grundmoränen am südlichen Hang noch abgelagert, Seitenmoränen hat er bis zum Pfannenstiel getragen oder mit den Endmoränen ins Glatthal zum Greifen-, Pfäffiker- und Katzensee. Beim Rückgang des Gletschers (mit dem Rückgang war auch Senkung verbunden) schnitt ihn derselbe Höhenzug von den Alpen, die das Geschiebe lieferten, ab und so konnten im Lützelseegebiet keine Ablagerungen gemacht werden.

Walser (Veränderungen der Erdoberfläche im Kt. Zürich seit Mitte des 17. Jahrhunderts) hält die die Thalung schliessenden Hügel bei Adletshausen glacialen Ursprungs. Ich konnte auch dort nur Molassebildung konstatieren; einzig auf der Richttanne ist eine ansehnliche Moräne abgelagert. Diese Anhöhe hat zu einer Zeit, da der Gletscher durch den vorstehenden Leissibühl (536) und Strangenholz (536) von den Alpen noch nicht abgeschnitten war, mit ihren 553 m den Eisstrom überragt, und so konnte sich die Moräne bilden.

Der Kolk im Tertiär, in welchem der Lützelsee liegt, hat sich jedenfalls eher durch Fluss als Gletschererosion gebildet. Nach Prof. Heim (Neujahrsblatt der Naturf. Gesellschaft 1891, „Geschichte des Zürichsees") ging der alte Linthlauf zwischen Bubikon und Lützelsee hindurch. Ein Arm dieses Linthstromes hat wahrscheinlich durch den jetzigen Lützelsee geführt. Vom Engelberg her mündet eine ausgesprochene Erosionsfurche in die Mulde ein, das Wasser konnte seinen Ausweg links und rechts der Herrgass, wo ebenso deutliche Terrassen sind, leicht finden und sich wieder mit dem Hauptstrom vereinigen. Jedenfalls hat das jetzige Engelberger Bächlein keine starke Erosionsarbeit leisten können.

Vielleicht haben auch Gletscherbäche ihren Teil beigetragen. Die Engelbergerfurche hat gegen das Strangenholz eine Abzweigung, die wie abgeschnitten erscheint. Die Furche kann durch einen Gletscherbach entstanden sein, der an dieser Stelle seinen Ursprung nahm.

Uebrigens mag auch Gletschererosion hier mehr ausgerichtet haben als in einem gleichmässig verlaufenden Thalgebilde, weil der plötzliche Abfall die Erosionskraft vermehren musste.

Ueber den See giebt das topographische Bureau folgende Angaben:

Sondiert (12 Lotpunkte) 1879 von Benz,
Oberfläche 0,12 km^2,
Wasserspiegel 503 m über Meer,
Grösste Tiefe 6 m.

Benz hat den Wasserspiegel bei hohem Wasserstand gemessen, wie sich durch ein nachträgliches Nivellement herausgestellt hat.

Der Seespiegel ist bedeutender Schwankung unterworfen. Im Sommer 1899 stand er um 1½ m tiefer als im Frühjahr und Herbst, demgemäss ist auch die Oberfläche verschieden. Walser glaubt, der See habe seit der Zeit Gygers (Mitte des 17. Jahrhunderts) keinen bedeutenden Flächenverlust erlitten. Es kommt aber sehr darauf an, ob Gyger bei hohem oder niederem Wasserstand gemessen hat. Geschah es bei niederm Stand, so würde der niedrige See von einst dem hohen See von jetzt entsprechen, somit wäre eine bedeutende Flächenverminderung vorhanden. Die gegenwärtige Verlandungszone beträgt circa 80000 m^2.

Zuschüttung und namentlich Verwachsung arbeiten ganz intensiv an der Verminderung des Seebeckens, so dass einige Jahrhunderte nicht spurlos vorübergehen.

Ausgeschlossen wäre zwar nicht, dass der See neben der Verkleinerung durch Verwachsung seit Gyger auch eine Vergrösserung erfahren hätte durch Abtrennung schwingender Böden, von denen weiter unten die Rede sein wird.

Nach der Sondierung ist der See ein ziemlich gleichförmiges Becken von 5—6 m Tiefe, es genügt somit eine Isobathe. Nimmt man die Litoralzone zu 2—4 m an. so dürfte der Kubikinhalt je nach der Wasserhöhe schwanken zwischen 450000—600000 m^3.

Das Abwasser des Sees dient seit Jahrhunderten technischen Zwecken. die Zuflüsse werden zur Bewässerung benützt. Die Re-

gulierung der Rechte der Grundbesitzer und des Inhabers der Wasserkraft hat schon frühe zu sorgfältigen Festsetzungen geführt.

Herr Gagg, Spinnereibesitzer in Hombrechtikon, der jetzige Inhaber des Wasserrechtes, hat eine sehr sorgfältig ausgeführte Karte über das Seegebiet, die aus dem Anfang des achtzehnten Jahrhunderts stammt. Obwohl der Plan ohne Datum ist, so kann das Alter aus der Art der Ausführung erkannt werden und im Pfarrbuch zu Hombrechtikon sind die Namen der auf der Karte angegebenen Besitzer noch aufzufinden. Nach Grösse und Form stimmt der See annähernd überein mit den heutigen Aufnahmen. — Die Karte zeigt jene peinliche Sorgfalt, die Dokumenten, die Besitz und Servituten regulieren, eigen zu sein pflegt. Die Art der Wasserverteilung ist angegeben, Schwellen und Schleusen sind normiert. Der See trägt der Namen „Leutikersee", der Weiler Lützelsee heisst „Leutzelsee."

Vom Jahr 1839 datiert eine Vermessung von Ingenieur Frey, die namentlich den Zweck verfolgte, die Wasserbenützung zu normieren. Er bestimmt die Abflussmenge pro Sekunde, berechnet aus der Oberfläche des Sees die Zeit, die es bedürfte, um den Spiegel um einen Zoll fallen zu machen; der Zufluss ergab sich ihm aus dem theoretisch berechneten und dem faktisch eingetretenen Sinken des Wassers, und so kommt er zu einer Norm der Benützung, die doppelt ernsthaft zu nehmen ist, da sogar die Verdunstung mit in Anschlag genommen wird.

Aus dem heute noch zu Recht bestehenden Vertrage ist zu entnehmen, dass die Anstösser an See und Zuflüsse das Wässerungsrecht nur solange haben als bei der vorschriftsgemässen Benutzung der Wasserkraft der Seespiegel nicht unter eine bestimmte Höhe gefallen ist. Bei niedrigem Wasserstand haben sie die Gräben offen zu halten und den Zufluss zum See zu befördern. Der Wasserrechtsbesitzer andrerseits ist in diesem Falle an ein Maximum (4,55 Kubikfuss per Sek.) gehalten.

Fast als Kuriosum, jedenfalls als Beleg, dass eine rechtsbewusste Bevölkerung im Oberlande wohnt, mag angeführt werden, dass sogar ein Kärtchen existiert, auf dem durch Linien sorgfältig fünf Fischereirechte auf dem kleinen See abgegrenzt sind. Entweder muss einst die Fischerei grössere Bedeutung gehabt haben oder die Leidenschaft zum Fischfang stark ausgeprägt

gewesen sein. Im See sind einzelnstehende Pfähle noch zu konstatieren, die wahrscheinlich vor Zeiten den Linien auf der Karte Rechtskraft verliehen.

Die Farbenprüfung des Wassers unseres Sees erfolgte durch die Skala von Forel. Die Farbe hielt sich zwischen VI und VII einmal zwischen VII und VIII.

Ueber Transparenz, Temperatur von Wasser und Luft giebt folgende Tabelle Aufschluss:

	Transparenz	Wassertemp. oben*	Wassertemp. unten*	Lufttemp.	Windricht.	Wetter
	m	C°	C°	C°		
März 21.	3	7 1/2	7 1/2	5	Nordost	hell
April 20.	5	12	9	11	Südwest	schwach bedeckt
Mai 7.	4	14	12	20	Nordwest	"
" 20.	4	20	15	19	Nordost	gewitterhaft
Juni 3.	6	21	15	22 1/2	Nordwest	hell
" 17.	4 1/2	19	17	19 1/2	Nordost	schwach bedeckt
Juli 1.	4 1/2	20	19	17	Nordwest	bedeckt
" 15.	4, 6	22 1/2	19 1/2	25	Nordost	hell
August 1.	4 1/2	24	22	25	Südwest	"
" 15.	4	27	23	30	"	"
Sept. 1.	3 1/2	23	22 1/2	24	West	"
" 15.	3	17 1/2	17 1/2	16 1/2	Südost	schwach bedeckt
" 30.	4	16	15	15 1/2	Nord	hell
Okt. 14.	4	15 1/2	15 1/2	12	Nordost	schwach bedeckt
" 30.	4, 8	12	10 1/2	16	Südost	hell
Nov. 16.	4	7 1/2	8 1/2	4	Nordost	schwach bedeckt
Dez. 5.	5	3	4	3 1/2	—	nebelig
Januar 3.	5	1 1/2	3	4	West	bedeckt
Februar 28.	4	5	4	8	"	"

Die chemische Untersuchung des Wassers ergab pro Liter:

Gesamtrückstand	215, 2 mgr
Glührückstand	158, 8 "
Kalk	86 "
Gesamte Kohlensäure	179, 5 "
Freie und halbgebundene Kohlensäure	57, 1 "

* oben = in 0,3 m unter der Wasseroberfläche.
unten = in 4 1/2—6 m unter der Wasseroberfl. (je nach dem Wasserstand).

Salpetersäure	geringe Spuren
Salpetrige Säure	—
Ammoniak	Spuren
Chlor	5, 33 mgr.

Organische Stoffe bedürfen zur Oxydation

18,36 mgr KM_nO_4 entsprechend 4,65 mgr Sauerstoff.

Die im Wasser suspendierten Stoffe sind nur zum geringsten Teil organischen Ursprungs; sie bestehen hauptsächlich aus Eisenoxydulhydrat.

Den Eisenreichtum des Wassers beweist der rote Niederschlag in den Zuflüssen und die massenhaft vorkommende Lyngbya ochracea Thur., die mit ihren ziegelroten, wolkigen und leicht zerfliessenden Kolonien die Gräben besetzt hält.

Die Ablagerungen in der Tiefe des Seebeckens tragen den Charakter des Teichschlammes, wie ihn Prof. Ramann in seinen „Organogenen Ablagerungen der Jetztzeit“ auf pag. 142 schildert:

„In reinster Form sind es graugefärbte, feuchtelastische Massen, die aus zerteilten Pflanzenresten, Diatomeenschalen, Chitinpanzern von Krustaceen und andern Wassertieren, denen eingeschwemmte Mineralteile und in reichlicher Menge ein sehr feinkörniges, graues Material beigemischt ist. Dunkel gefärbte Humusstoffe fehlen oder sind nur wenig vorhanden. Getrocknet bildet dieser Teichschlamm feste, holzharte Stücke von grauer, graugrüner oder graubrauner Farbe“.

Meine zahlreichen mikroskopischen Untersuchungen haben die Ramann'sche Darstellung durchaus bestätigt und auch beim Trocknen erhielt ich dasselbe Resultat.

Ebenso zutreffend ist, was Ramann über die Entstehungsart angiebt: „Die Entstehung jener grauen Massen kann man leicht verfolgen, wenn man die noch lebenden Algen jener Gewässer untersucht. Diese Algen sind dicht besetzt mit lebenden, absterbenden oder abgestorbenen Diatomeen oder Desmidiaceen, zwischen denen es von kleinen Krustaceen, Rotatorien und Insektenlarven wimmelt. Diese Tierarten leben nicht nur von Algen, sondern verzehren einander gegenseitig. Der Kot der Tiere setzt sich aus Algenresten zusammen, in denen Millionen von Bakterien leben, die den Kot zerteilen, alles zur Reproduktion Brauchbare verwenden

und so krümelige Häufchen unbestimmter Form zurücklassen, in denen nur schwierig eine Spur organischer Struktur aufzufinden ist und die am meisten anorganischen Fällungen gleichen."

Zur chemischen Analyse des Schlammes wurde die lufttrockene Substanz verwendet.

Gebundenes Wasser und Glühverlust . .	35, 08%
Humussubstanz (N und H_2O frei) . .	11, 76%
Glührückstand	64, 92%
Kohlensäure	13, 04%
Kieselsäure	22, 04%
Eisenoxyd	6, 85%
Thonerde	3, 60%
Kalk	18, 55%
Magnesia und Alkalien	0, 84%
(aus Differenz berechnet).	

Die Ablagerungen der Litoralzone sind als Moor zu bezeichnen; von ihnen wird später die Rede sein.

Die biologische Charakterisierung des Lautikerriedes und des Lützelsees habe ich nach folgenden Gesichtspunkten durchzuführen versucht: Eine Torfuntersuchung soll Aufschluss geben über die ehemalige Vegetation, die gegenwärtige Vegetation werden mehrere Wiesentypen beleuchten, je einen besondern Abschnitt erhält die Litoral-Flora des Sees und das Plankton desselben mit Ergänzungen aus einigen andern Gruppen mikro- und makroskopischer Seebewohner.

Torfuntersuchung.

Im Jahre 1891 schreibt Dr. Früh in seinem „Gegenwärtigen Standpunkt der Torfforschung": „Wir haben die vorgeschichtlichen Gletscher studiert, sind jetzt im Begriffe, die Seen zu untersuchen. Ist es inopportun, wenn ich als naturgemässe Ergänzung dieser Forschungen diejenige der postglacialen Torfmoore der Schweiz beantrage. Nicht nur würden wir dadurch die Physiographie unseres Landes kompletieren, eine recht grosse Zahl von geologischen prähistorischen, geographischen, klimatologischen, pflanzen- und

tiergeographischen Verhältnissen in den Kreis der Betrachtung ziehen, den physischen Charakter unseres Landes seit der Glazialzeit noch besser rekonstruieren, sondern auch Fragen praktischer Richtung berühren und deren Lösung anregen. Ich brauche nur hinzuweisen auf die Armut unseres Landes an Brennstoffen, Streue etc. und den vielfach irrationellen Abbau noch bestehender Torfmoore."

Angeregt durch Prof. Dr. Schröter habe ich den Versuch gemacht, der vorstehenden Mahnung bei der Bearbeitung des Lützelseegebietes Folge zu leisten.

Das Lautikerried ist ein ausgesprochenes infraaquatisches Moor, ein Flachmoor. Ansätze zu Hochmoorbildung zeigen sich nur auf den schwimmenden Böden und Inseln, die später besprochen werden.

Der grösste Teil des Riedes wird zu Streuenutzung verwertet. Die Erträge sind sehr schwankend, 40—80 q. pro ha. (Genaue Wägungen liegen nicht vor.)

Die Torfausbeute tritt in den Hintergrund. Die Angaben über die Schnelligkeit des Nachwuchses gehen weit auseinander. Im Minimum braucht es zum Wiederersatz eines Meters 100 Jahre, im Maximum 200 Jahre.

Das Ried wird gegen Norden durch den Hubbuck in zwei Arme geteilt. Die Torfprobe, die zur Untersuchung diente, wurde dem östlichen Arm gegen Adletshausen entnommen. Die Stelle ist auf Taf. 1 mit Kreuzen versehen, sie ist noch nie ausgebeutet worden. Den Torf überlagert ein kalkhaltiger Alluviallehm von 3—4 dm Mächtigkeit. Auf dem Lehm sprossen Süssgräser. In verdankenswerter Weise ging mir der Besitzer, Herr Menzi in Lützelsee, an die Hand, so dass wir einen Durchstich ausführen konnten bis hinunter auf die Seekreide. Der Gesamtdurchstich wurde in 10 je 3 dm lange Stücke geteilt und von oben nach unten fortlaufend nummeriert, so dass 1 die jüngste, 10 die älteste Schicht bedeutet.

Die Proben wurden nach der Methode von Andersson behandelt, also einer mikro- und makroskopischen Untersuchung unterworfen, die Samen durch Schlemmen gewonnen.

Nr. 1—7 bieten dasselbe Bild. Ein faseriger, stark zusammenhängender Moos- und Radicellentorf, hauptsächlich bestehend

aus Hypnum (H. trifarium, cuspidatum, stellatum), Phragmites und Equiseten, daneben häufig Treppengefässe von Farrenkräutern und Farrenkrautepidermis mit gewellten Zellwänden, Epidermisreste von Cyperaceen und Gramineen. Zahlreich sind Pustelradizellen, die jedenfalls Phragmites zugehören. An Holzresten ist die Schicht ganz arm und die vorhandenen Stücke sind klein.

Die Vegetation des Moores, das zur Entstehung dieses Torfes Anlass gab, lässt sich charakterisieren als Hypneto-Phragmitetum mit viel Carices und Equisetaceen.

In den sieben Proben erscheinen konstant und häufig nur die Samen von Menyanthes trifoliata, ganz spärlich die Früchte von Carex, Umbelliferen und Ranunculaceen. Insektenreste sind nicht selten.

Einen ganz andern Charakter als 1—7 tragen die Nummern 8—10. Es ist ein Schwemmtorf, eine mulmige Masse von wenig Zusammenhang, tiefbraun bis schwarz, während 1—7 gelbbraun erscheint. Holzreste sind sehr viele vorhanden und teilweise leicht zu bestimmen. Bei weiterer Untersuchung fanden sich in dieser Schicht ganze Stämme, teils in wagrechter, teils in senkrechter Stellung. Die Holzstücke weisen auf

Abies pectinata	Alnus incana
Picea excelsa	Corylus Avellana
Pinus silvestris	Salix repens
Taxus baccata	„ alba
Quercus pedunculata	Tilia ulmifolia
Fagus sylvatica	Acer platanoides
Betula pubescens	Rhamnus frangula

Muss auch zugegeben werden, dass die Bestimmung nach vertorften Holzstücken nicht immer zuverlässig ist, so kann die Anwesenheit obiger Gewächse nachgewiesen werden durch die vorhandenen Früchte und Pollenkörner.

Nr. 8, 9 und 10 seien einer Einzelbesprechung kurz unterworfen.

Der oberste Dezimeter von **Nr. 8** trägt noch den Charakter von Nr. 7. Tiefer erscheinen Früchte von Acer platanoides, Tilia ulmifolia, Spindeln der Kätzchen von Alnus incana, Samen von Potamogeton natans und compressus (americanus?) Nymphaea alba. Daphnidenpanzer treten häufig auf.

Nr. 9. Früchtchen von Chara oft in kleinen Haufen beisammen, Potamogeton natans und compressus, Taxus baccata, Rhamnus frangula, Picea excelsa. Nuphar luteum sehr häufig, ein einziger Same wies auf Nuphar pumilum. Er hatte in der Länge 4 mm, Breite 2,6 mm.

Diese Masse fallen genau mit dem Mittel von 10 Messungen an Nuphar pumilum zusammen, indes als Mittel von 10 Messungen von Nuphar luteum sich eine Länge von 5,4, eine Breite von 3,6 ergab. Wenn auch ein Schluss aus einem einzigen Funde auf das allgemeine Vorhandensein dieser Species gewagt erscheint, so dürfte dies in unserem Falle sich doch rechtfertigen, da die Species jetzt noch einen Konstituenten der Flora des Lützelsees ausmacht. Recht häufig sind Pollenkörner von Alnus incana, ebenso Rindenzellen von Alnus mit lückig vertorftem Inhalt, weniger zahlreich finden sich die Pollenkörner von Tilia ulmifolia.

Im untersten Dezimeter von Nr. 9 erscheint Trapa natans.

Nr. 10. Samen und Früchte von Abies pectinata, Picea excelsa, Pinus silvestris, Fagus silvatica, Quercus pedunculata, Corylus Avellana, Potamogeton compressus und natans, Nymphaea alba und Chara. Die Nadelhölzer sind stärker vertreten als die Laubbäume.

Pollenkörner von Abies pectinata, Picea excelsa, Pinus silvestris, Corylus, Alnus und Tilia. Zahlreiche Navicula, Pinnularien- und Daphnidenpanzer. Insektenreste.

Der unterste Dezimeter wird eingenommen von Seekreide und Schlamm, ist stark durchsezt von organischer Substanz und gespickt mit Schneckengehäusen und Muschelschalen. Häufig: Planorbis marginatus Drap., Sphaerium corneum Stud., Bythinia tentaculata L., Valvata cristata Müll.

Der erste und zweite Decimeter von **Nr. 10** ist die Hauptfundstätte für Trapa natans.

Die Trapaschicht ist 3—4 dm mächtig und liegt in der Tiefe von 2,6—2,9 m. Auf der Karte ist die Fundstelle durch ein Kreuz kenntlich gemacht.

Ich habe noch in der Nähe darnach gegraben, da wo sich das Becken mehr auskeilt, und stiess in geringerer Tiefe auf Trapa, schon bis 1,8—2 m. Oft erhält man mit einem Stich des Torfscheites nur einige Exemplare, oft 20 und mehr Stück. — Die Früchte sind, soweit sie nicht durch das Instrument verletzt wer-

den, gut erhalten, schrumpfen aber an der Luft ungemein zusammen. In Formol konservieren sie sich sehr gut. (Fig. 1.)

Durch Vergleich mit der Handsammlung des botanischen Museums haben wir die Trapa des Lautikerrieds bestimmt als **Trapa natans var. subcoronata** Nathorst. Allerdings weichen die Formen nicht unwesentlich von einander ab, doch nicht so weit, dass es geboten erscheint, weitere Varietäten anzunehmen.

Prof. Schröter erwähnt in seiner „Contribution à l'étude des variétés de Trapa natans“ (1899) die neue Fundstätte und reiht sie in ihrer Eigenart in die Trapalitteratur ein.

Trapa natans muss vor Zeiten bei uns wohl gediehen sein, was aus der Häufigkeit und der schönen Entwicklung der Früchte zu schliessen ist.

Die Pflanze scheint vor nicht allzu langer Zeit auch am Zürchersee heimisch gewesen zu sein. Prof. Hartwich verweist auf eine Stelle in C. Gessner, wonach Trapa bei Tuggen am Obersee gedieh.

Ich zweifle nicht daran, dass man in andern Mooren unserer Gegend, die alte Seebecken füllen, auf Trapa stossen würde, vorausgesetzt, dass man Stellen trifft, die noch nie ausgenutzt worden sind. Wohl ist sie schon in Robenhausen und Moosseedorf konstatiert worden, doch sind jene Funde derart, dass aus ihnen nicht mit Sicherheit geschlossen werden kann, ob es Erzeugnisse der Gegend sind oder ob sie der Import gebracht, da die Pfahlbauer bekanntlich weitausgedehnte Handelsbeziehungen unterhielten.

Aus den Ergebnissen der Torfuntersuchung sind folgende Schlüsse zu ziehen:

1. Der Lützelsee dehnte sich früher weiter aus, namentlich in nordwestlicher Richtung. Dies ist einerseits durch die Seekreide bewiesen, anderseits durch die Reste spezifischer Wasserpflanzen wie Nuphar, Nymphaea, Trapa etc.
2. Die Bäume, die den See umstanden, deren Früchte in der untersten Schicht des Torfes zum Vorschein kommen, waren dieselben, die in den Wäldern der Nachbarschaft jetzt noch vorhanden sind. Taxus baccata allein scheint auf dem Aussterbeetat zu stehen.
3. Nachdem Nr. 10, 9 und 8 des Torfes sich gebildet, verschwand der Wald vom Seeufer. Es wird wohl die Ur-

barmachung des Landes stattgefunden haben. In den obern Schichten sind weder Samen noch Holzreste von Waldbäumen aufzufinden.

4. Das Verschwinden der Trapa steht im Einklang mit deren allgemeinem Rückgang seit der Eiszeit in vielen Gegenden nördlich der Alpen. In unserem speziellen Fall kann die Ursache des Verschwindens nicht die Veränderung des Standortes sein, da der See ja blieb, wenn auch in kleinerem Umfang. (Kulturversuche im Lützelsee, die dieses Jahr begonnen wurden, werden zeigen, ob klimatische Faktoren daran schuld sind.)
5. Die Gleichheit der beiden obern Meter des Torfes lässt auf Gleichartigkeit der während ihrer Bildung herrschenden Faktoren schliessen. Es sind dieselben, die dem jetzt noch wachsenden Moore sein Gepräge geben.
6. Ein mehrfacher Wechsel der Flora durch natürliche Bedingungen herbeigeführt, wie er in dänischen und schwedischen Torfmooren vielfach konstatiert wurde, ist hier nicht nachzuweisen. Die einzige Veränderung ist das Zurücktreten des Waldes, wahrscheinlich durch Urbarmachung des Landes verursacht.

Wiesentypen.

Zur Zusammenstellung der Flora des Lautikerriedes und des Lützelseegebietes habe ich vom April 1899 bis in den Spätherbst desselben Jahres alle 14 Tage eine Aufnahme gemacht, um so nach ihrem Erscheinen alle Formen festzustellen. Dennoch mag die eine oder andere Pflanze meiner Aufmerksamkeit entgangen sein, im allgemeinen aber wird das Florenbild von der Wirklichkeit nicht stark abweichen.

Auf dem verhältnismässig kleinen Gebiet herrscht eine grosse Mannigfaltigkeit. Sie wird hervorgebracht durch natürliche und künstliche Faktoren. Die eben gelegenen Teile mit stagnierendem Wasser geben ein anderes Bild als die schwach ansteigenden, die bewässerten ein anderes als die nicht bewässerten. An ausgebeuteten Stellen ist jede Phase des Wiederaufwuchses durch andere Pflanzenformen charakterisiert und Plätze, auf denen Torf

getrocknet worden, stechen von ihrer Umgebung auffallend ab. Gewöhnlich haben sie schwachen und einseitigen Bestand von Anthoxantum oder Eriophorum alpinum.

Jeder Dezimeter Unterschied in der Höhenlage zeitigt eine verschiedene Vegetation. Wo durch Auffüllung ein Fahrweg hergestellt worden, verschwindet der Riedcharakter, wir haben einen abwechslungsreichen Süsswiesbestand. Bald haben wir bunte Mischung, bald Einseitigkeit.

Diese einseitig zusammengesetzten Bestände werden gebildet

von Scirpus lacustris[1])
oder Typha latifolia
„ Eriophorum alpinum
„ Phragmites communis
„ Molinia coerulea
„ Equisetum limosum
„ „ palustre
„ Carex panicea.

Zur genauen Beschreibung habe ich die auffallend einseitigen Bestände nicht herangezogen.

Sorgfältige Aufnahmen machte ich an vier Punkten in der Nähe des Sees, wo die Pflanzenvereine stark gemischt erscheinen. Bezeichnung auf der Karte mit I, II, III, IV.

Die Torfnutzung tritt hier gegenüber der Streuenutzung zurück. Wo der Besatz niedrig war (I, III), habe ich nach Vorbild von Stebler und Schröter einen Quadratschuh ausgehoben und die Triebe gezählt. Bei Grobwüchsigkeit (II, IV) schnitt ich einen Quadratmeter sorgfältig ab und unterwarf ihn demselben Verfahren. Da es sich hier um die botanische Feststellung handelt und nicht um ein wirtschaftliches Problem, so habe ich die prozentische Anteilschaft nicht in Gewichts-, sondern in Triebsprozenten zum Ausdruck gebracht. Das Gesamtgewicht des gedörrten Schnittes wurde dennoch bestimmt und auf den Quadratmeter berechnet, um die Produktionskraft der verschiedenen Böden gegen einander zu halten.

I und II wurden am 17. Juni aufgenommen,
III und IV acht Tage später,
II und IV werden bewässert, I und III nicht.

[1]) Normenclatur nach Gremli, Flora d. Schweiz, 8. Auflage.

I.

Molinieto-Anthoxantetum.

Triebe pro m² = 7844	%
Gramineen 77,2 %	
Anthoxantum odoratum	39,5
Molinia coerulea	34,2
Trisetum flavescens	0,4
Festuca rubra var. fallax	2,8
Briza media	0,3
Cyperaceen 2,6 %	
Carex stricta	1,5
„ flava	0,3
„ filiformis	0,8
Verschiedene Familien 20,2	
Galium palustre	8,4
„ boreale	4,2
Cardamine pratensis	1,4
Potentilla tormentilla	4,5
Pedicularis palustris	0,3
Calamintha Acinos	1,4
	100

Das Gewicht des gedörrten Schnittes pro m² = 444,4 gr.
Entspricht einem Ertrag pro ha = 44,44 q.

Auf der Wiese fanden sich ferner:

Equisetum palustre	Lencanthemum vulgare
„ limosum	Centaurea jacea
„ arvense	Tragopogon orientalis
Carex panicea	Trifolium pratense
„ Hornschuchiana	Medicago lupulina
Scirpus pauciflorus	Lotus corniculatus
Festuca pratensis	Lathyris pratensis
„ rubra	Vicia cracca
Anthoxantum odoratum	Rhinanthus major
Dactylis glomerata	Plantago lanceolata

Ranunculus acris
Linum catharticum
Polygala amarella
Spiraea ulmaria
Ajuga reptans
Lychnis flos cuculi

II.

Phragmiteto-Panicetum

Triebe pro m² = 989		%
Cyperaceen	41,3 %	
Carex panicea		40,7
„ filiformis		0,6
Gramineen	19,5 %	
Phragmites communis		15,2
Dactylis glomerata		0,3
Festuca pratensis		0,3
Agrostis alba var. stolonifera		3,7
Equisetaceen	5,2 %	
Equisetum palustre		5,2
Compositen	7,1 %	
Crepis paludosa		3
Centaurea jacea		2,6
Cirsium oloraceum		1,5
Papilionaceen	0,2 %	
Vicia cracca		0,2
Labiaten	1,1 %	
Mentha aquatica		1,1
Verschiedene Familien	25,6 %	
Colchicum autumnale		6,1
Iris pseudacorus		1,7
Caltha palustris		2,2
Spiraea ulmaria		6,5
Epilobium palustre		0,2
Ranunculus acris		0,2
Valeriana officinalis		4,5
Convolvulus arvensis		2,7
Angelica silvestris		1,5
		100

Gewicht des gedörrten Schnittes pro m² = 525 gr.
Entspricht einem Ertrag pro ha = 52,5 q.

Die Pflanzen waren noch nicht auf der Höhe ihrer Entwicklung, der endgültige Ertrag muss bedeutend höher angenommen werden. Dasselbe gilt auch von Nr. IV, während I und III keinen bedeutenden Zuwachs mehr erhielten.

Auf der Wiese fanden sich ferner:

Holcus lanatus	Orchis morio
Festuca rubra	Rhinanthus major
Anthoxantum odoratum	Galium mollugo
Briza media	Chaerophyllum cicutaria
Orchis latifolia	Lythrum salicaria
„ maculata	Lysimachia vulgaris

III.

Paniceto-Molinietum

Triebe pro m² = 5866	%
Gramineen 56 %	
Molinia coerulea	52,1
Festuca rubra var. fallax	2,8
Briza media	1,1
Cyperaceen 32,6 %	
Carex panicea	23,6
„ Hornschuchiana	3,8
„ Davalliana	4,4
„ flava	0,8
Equisetaceen 1,5 %	
Equisetum palustre	1,1
„ arvense	0,4
Compositen 0,2 %	
Leucanthemum vulgare	0,2
Verschiedene Familien 9,7 %	
Polygala amarella	0,9
Spiraea ulmaria	1,8
Potentilla tormentilla	2,8
Rhinanthus major	0,4
Linum catharticum	1,6
Galium palustre	2
Pedicularis palustris	0,2
	100

Gewicht des gedörrten Schnittes pro m² = 511,1 gr.
Entspricht einem Ertrag = 51,11 q.

Auf der Wiese fanden sich ferner:

Agrostis vulgaris	Myosotis palustris
Dactylis glomerata	Orchis incarnata
Phragmites communis	„ ustulata
Eriophorum alpinum	Plathanthera bifolia
Carex Goodenovii	Ranunculus nemorosus
„ stricta	Ajuga reptans
„ lepidocarpa	Taraxacum paludosum
Galium boreale	Arrhenatherum elatius

Polygonum aviculare

IV.

Phragmiteto-Strictetum

Triebe pro m² = 1056	%
Cyperaceen 39 %	
Carex stricta	26,9
„ panicea	6,2
„ Hornschuchiana	3,5
Eriophorum latifolium	2,4
Gramineen 23,6 %	
Holcus lanatus	2,2
Dactylis glomerata	1,9
Briza media	0,8
Anthoxantum odoratum	1,2
Phragmites communis	17,5
Equisetaceen 4,4 %	
Equisetum Telmateja	0,9
„ limosum	2,3
„ palustre	1,2
Papilionaceen 1,8 %	
Medicago lupulina	0,7
Lathyris pratensis	0,2
Vicia cracca	0,9
Uebertrag	68,8

Uebertrag	68,8
Compositen 1,9 %	
Leucanthemum vulgare	1,4
Centaurea jacea	0,5
Labiaten 0,2 %	
Betonica officinalis	0,2
Verschiedene Familien 29,1 %	
Spiraea ulmaria	9,6
Iris pseudacorus	5,2
Linum catharticum	4,8
Rhinanthus major	2,4
Pedicularis palustris	2,8
Colchicum autumnale	3,5
Rumex acetosa	0,8
	100

Gewicht des gedörrten Schnittes pro m^2 = 546,4 gr.
Entspricht einem Ertrag pro ha. = 54,64 q.

Auf der Wiese fanden sich ferner:

Carex paludosa	Rhinanthus minor
„ ampullacea	Symphytum officinale
Scirpus silvaticus	Myosotis palustris
Juncus conglomeratus	Silene inflata
Cardamine amara	Lychnis flos cuculi
„ pratensis	Geum rivale
Convallaria polygonatum	Galium mollugo
Alisma plantago	Valeriana dioica
Lotus corniculatus	Potentilla tormentilla
Taraxacum paludosum	Menyanthes trifoliata
Bellidiastrum Michelii	Pinguicula vulgaris
Senecio paludosus	Carvum carvi
Crepis paludosa	Epilobium palustre
Caltha palustris	Geranium „
Ranunculus acris	Orchis morio
„ lingua	„ maculata
„ flammula	Listera ovata

Ausser den Pflanzen, die Konstituenten vorstehender Typen sind, habe ich auf dem Gebiete noch folgende Arten feststellen können:

Bromus mollis
„ erectus
Avena pubescens
Poa trivialis
„ pratensis
Cynosurus cristatus
Phalaris arundinacea
Phleum pratense
Carex echinata
„ paradoxa
„ xanthocarpa
Heleocharis uniglumis
Rhynchospora alba
Juncus glaucus
„ effusus
„ compressus
„ alpinus
Luzula multiflora
Trifolium campestre
„ pratense
„ repens
Melilotus officinalis
Anthyllis Vulneraria
Vicia hirsuta
Glechoma hederacea
Thymus serpyllum
Mentha aquatica
Brunella vulgaris
Scutellaria galericulata
Leontodon hispidus
Sonchus oleraceus.
Picris hieracioides
Taraxacum officinale
Succisa pratensis
Knautia arvensis
„ longifolia
Campanula patula
Anthriscus silvestris
Peucedanum palustre
Alchemilla arvensis
Sanguisorba officinalis
Fragaria vesca
Linaria minor
Veronica anagallis
„ chamaedrys
Melampyrum pratense
Euphrasia Odontites
Primula officinalis
„ elatior
Ranunculus bulbosus
„ repens
Anemone nemorosa
Arabis hirsuta
Nasturtium palustre
Rumex acetosella
Polygonum aviculare
Gentiana asclepiadea var. alba
„ Pneumonanthe
Plantago media
„ major
Hypericum tetrapterum
„ perforatum
Calluna vulgaris
Andromeda polifolia
Salix repens
Chenopodium bonus Henricus
Cerastium triviale
Parnassia palustris
Euphorbia cyparissias
Paris quadrifolia
Tofieldia calyculata
Orchis militaris
Gymnadenia conopea
Typha latifolia

V.

Verlandungszone (auf der Karte mit V bezeichnet).

An die Typen I—IV schliesst sich seewärts die Verlandungszone, in der Carex stricta so zu sagen die Alleinherrschaft führt. Der Gürtel ist ungleich breit, von einigen Metern bis über 80 Meter mit einem Flächeninhalt von zirka 80 000 m^2.

Es finden sich Stellen, die wahre Cabinetstücke für Verlandungsfreunde liefern. Alle Stadien sind vertreten. Gruppen von „Böschen" mit nur wenigen Dezimeter Durchmesser und weiten Zwischenräumen und festgeschlossene Bestände mit schmalen Zwischenräumen und „Böschen" von 1 m und mehr Durchmesser.

Fruktifizierende Stöcke von Carex habe ich im Verlandungsgebiet wenige angetroffen. Die Pflanze scheint nur da Früchte zu treiben, wo die Feuchtigkeit ziemlich konstant zur Verfügung bleibt wie z. B. auf den schwimmenden Inseln, von denen später die Rede sein wird.

Wenn das Wasser sich zurückzieht, so tritt an den „Böschen" und den dazwischen liegenden organischen Resten eine starke, weisschimmernde Kalkinkrustation zu Tage, die erst nach ergiebigen Regengüssen wieder etwas verschwindet.

Die Vegetation, die nach dem Abzug des Wassers erscheint, ist spärlich:

Ranunculus flammula	Lythrum salicaria
„ lingua	Potentilla tormentilla
Polygonum aviculare	Mentha aquatica
Cyperus fuscus	Sonchus oleraceus
Juncus alpinus	Veronica Anagallis

Interessant ist, wie eigentliche Wasserpflanzen sich den veränderten Umständen anzupassen suchen und dann zu zierlichen Zwergformen auswachsen.

Myriophyllum schiesst zu fingerlangen Wedeln auf von leuchtendem Grün, freut sich einige Tage des jungen Glücks, sinkt aber bald zurück, um bessere Zeiten abzuwarten.

Alisma plantago bringt es zu den zierlichsten Blattrosetten, worin Blättchen von nur Centimeterlänge tapfer dem Geschicke trotzen.

Nymphaea und Nuphar selbst verzagen nicht; doch beim

Anblick der Miniaturblättchen von nur 1 cm Länge bleibt höchstens der Respekt vor dem frischen Wagemut des Knirpses übrig.

Auch Scirpus lacustris steht nicht zurück und protzt bei 3 dm Länge sogar mit keckem Blütenansatz.

Potamogeton natans und americanus erscheinen in eigenartigen Landformen, erliegen aber bald.

VI.

Schwimmende Inseln.

Schwimmende Inseln sind in Europa nicht sehr häufig. Die nordischen Länder scheinen bevorzugt.

Ramann schildert in der früher erwähnten Abhandlung die schwimmenden Moore, die zu Inseln werden können. In Schweden beschäftigen sich die Forscher eingehend mit dem Phänomen, so Gunnar Andersson. Namentlich sind es die schwimmenden Inseln des Sees Ralangen in Smaland, welche besonderer Aufmerksamkeit gewürdigt worden von Öberg, Sieger, Svedmark, Lindvalt.

In der Hettner'schen geographischen Zeitschrift bringt Dr. Früh (Jahrgang 1896, viertes Heft) eine sehr interessante Abhandlung über schwimmende Inseln. Die auf phytogenem Wege entstandenen (zu diesen gehören diejenigen des Lützelsees) teilt er ein in natürliche und künstliche. Ein ausgezeichnetes Beispiel liefert der Barchetsee bei Ossingen. Dr. Früh nimmt an, dass hier Teile von schwingenden Wiesen durch Menschenhand losgelöst worden seien. „Einen schönern Archipel als diese Rasenflotte wird man in unsern Breiten nicht so leicht finden können."

So sehr ich mit diesem Satze einverstanden bin, so muss ich für den Lützelsee die Auszeichnung in Anspruch nehmen, dass auf ihm grössere Exemplare vorhanden sind. Nach meinen Messungen ist das Maximum einer Insel des Barchetsees 25 m^2. Der Lützelsee weist zwei Stücke auf von je 400 m^2.

Allerdings ist hier dafür gesorgt, dass die Dislokation nicht leicht mehr möglich ist. Man hat Stangen durch die Inseln getrieben und in den Seeboden eingerammt, um die Flucht zu verhindern, da die Ernte auf solchen Stücken nicht unerheblich ist. Die Insel gleitet beim wechselnden Wasserstand an den Stangen auf und ab. Beim niedrigen Wasser liegt die dem Lande zuge-

kehrte Seite der Insel auf dem Grunde auf und bäumt sich in die Höhe; der übrige Teil senkt sich weiter mit dem Wasserspiegel und bleibt flottierend.

Nur kleine Stücke machen wie auf dem Barchetsee Wanderungen von Ufer zu Ufer, und es ist ein Anblick von besonderem Reiz, ein solches Inselchen ziehen zu sehen bei Tageslicht oder Mondenschein. Kurzes Erlengebüsch versieht Segeldienste, und wer gern die Fahrt mitmacht, läuft keine Gefahr und zahlt keine Gebühr.

Die Dicke des Wurzelfilzes variert zwischen 0,5—1 m. Ueber das Wasser hinausragend sind 7—10 cm. Bei anhaltendem Regenwetter oft nur 3—4 cm. Sitzen die Inseln an einer Seite fest, so senkt sich der andere Teil tiefer ins Wasser, als wenn sie freischwebend sind.

Leider wird von Jahr zu Jahr mit diesen Seevaganten aufgeräumt. Der eine verläuft sich in den Abfluss und wird dann zerschnitten, andere werden, wenn sie auf dem Trocknen sitzen, als Füllmaterial von Vertiefungen in den Streuewiesen verwendet. Immerhin sind noch 12—15 stattliche Exemplare übrig geblieben.

Ramann erklärt die Entstehung schwimmender Moore: „Die Triebe und Wurzeln der Randpflanzen erstrecken sich zum Teil frei in das Wasser, können humose Substanzen zwischen sich ablagern und endlich eine schwimmende Torfdecke bilden."

Ich könnte diese Erklärung ohne weiteres auch für das Phänomen im Lützelsee acceptieren, wenn nicht Carex stricta die Randzone der schwimmenden Böden inne hätte. C. stricta pflegt nur auf fester Grundlage Eroberungen zu machen.

Unsere Inseln sind wahrscheinlich infolge der grossen Schwankungen des Seeniveaus entstanden. Die Schwankungen können bis $1^1/_2$ m betragen und sind die Folge der Benutzung der Wasserkraft. Der Ablauf wurde unter seine natürliche Tiefe gebracht; durch ein Fallenwerk kann der See gestaut und bis zu gewisser Grenze abgelassen werden.

Gewiss gab es einst Zeiten, in denen die Pegeldifferenzen nicht bedeutend waren, sei es, dass die Wasserkraft nicht oder nur spärlich benutzt wurde, sei es, dass die Feuchtigkeitsverhältnisse derart blieben, dass auch im Sommer keine wesentliche Abnahme erfolgte. Die Carexvegetation hatte Gelegenheit, auf den

organischen Depositen der Randzone des Sees Eroberungen zu machen und vorzudringen. Kam dann auf einmal ein starker Wasserrückgang, so drückte die Masse im Masse, wie das Wasser sank, auf die weiche Unterlage, presste sie zusammen oder quetschte sie in den rasch sich zu 2—3 m vertiefenden See hinaus. Die Senkung konnte der Teil des Rasenfilzes nicht mitmachen, der auf soliderer Grundlage sass, und so musste ein Bruch erfolgen. Kehrte die Hochflut zurück, so wurde die ganze Decke, soweit sie durch das zähe Wurzelwerk verflochten war, in die Höhe gehoben, hatte die Unterlage verloren und glitt als Insel in den See.

An der nordwestlichen Seite findet sich zur Stunde noch ein Stück, das in Entstehung begriffen ist; es hängt nur noch an schmaler Stelle mit dem Lande zusammen.

Da die schwimmenden Böden Jahr aus und ein unter denselben Vegetationsverhältnissen sich befinden, so stechen sie von der Eintönigkeit der Verlandungszone wie bunte Gärten ab.

Ich habe die am Südwestrand gelegene grösste Insel einem genauen Studium unterworfen und im Laufe des Jahres folgende Pflanzen festgestellt. Auf der Karte ist die Lage der Insel mit VI bezeichnet.

Alnus glutinosa gedeiht ganz gut bis zu einer Höhe von 3—4 m.

Der ursprüngliche Eroberer Carex stricta umsäumt das kleine Gelände und setzt reichlich Blüten und Früchte an. Mitte Oktober gelangten viele Exemplare zu einem zweiten Blütenansatz.

Neben C. stricta stellen sich ein: Carex panicea, Carex filiformis, Carex ampullacea, Carex paludosa, Rhynchospora alba. Im August zeigte sich auf Rh. alba eine förmliche Epidemie von Ustilago urceolorum. Scirpus pauciflorus, Juncus alpinus.

Die Gramineen sind vertreten durch: Briza media, Agrostis alba, canina und vulgaris. Zu prächtiger Entfaltung gelangt Drosera, sodass die rötlichen, glitzernden Teppiche schon von weitem auffallen.

Drosera rotundifolia ist häufiger als D. longifolia. Der Bastard zwischen beiden ist nicht selten anzutreffen. Scheuchzeria palustris ist in wenigen Exemplaren noch vertreten.

Menyanthes trifoliata, Calluna vulgaris, Andromeda polifolia, Oxycoccus palustris, Senecio paludosus, Crepis paludosa, Succisa

pratensis, Ranunculus flammula, Ranunculus lingua, Nasturtium palustre, Arabis hirsuta, Cardamine pratensis, Cardamine amara, Mentha aquatica, Scutellaria galericulata, Epipactis palustris, Orchis maculata, Linum catharticum, Angelica silvestris, Peucedanum palustre, Euphrasia Odontites, Euphrasia serotina, Geum rivale, Potentilla tormentilla, Polygala amarella, Pedicularis palustris, Myosotis palustris, Valeriana dioica, Pinguicula vulgaris, Utricularia minor L., Epilobium palustre, Parnassia palustris.

Es sind nicht weniger als 46 phanerogamische Species. Natürlich ist ein solcher Ort auch ein Sammelplatz der Cryptogamen.

Die Wand der Insel ist ganz besetzt mit kugeligen Algenkolonien. Oberflächlich erscheinen sie schmutziggelb, im Innern schön grün. Das Grundgewebe der verflochtenen Fäden bildet Tolypothrix lanata Wartm.; sie ist reichlich mit Gomphonema besetzt. Daneben fehlen die Gattungen Zygnema, Spirogyra und Vaucheria nicht.[1])

Tolypothrix schlägt grosse Mengen Kalk nieder. Ich habe an verschiedenen Stellen die Tolypothrixinkrustation gesammelt und sorgfältig getrocknet. Die chemische Analyse ergab in den drei Proben je 45 %, 50 % und 47 % Kalk.

Die abgestorbenen Pflanzenreste, soweit sie im Wasser stehen, die Schilfstengel u. s. w. sind dicht besetzt mit:

Tolypothrix lanata Wartm., Fischerella ambigua Gomont, Gloeotrichia Pisum Thur., Aphanocapsa virescens Rab., Oscillatoria limosa Vauch., Aphanothece microscopica Näg., Aphanizomenon flos aquae Rlfs., Zygnema cruciatum Ag., Pediastrum vagum A. Br., Conferva bombycina Ag.

Auf der Insel selbst wird der Rasen durchflochten von Lycopodium inundatum, und zierliche Wedel von Aspidium Thelypteris durchbrechen den Pflanzenteppich.

Für Füllung von Zwischenräumen sorgen Moose.

Laubmoose: Dicranum palustre Br. et Sch., (syn. Bonjeania

[1]) Tolypothrix lanata Wartm. und var. aegapropila Kuetz., Aphanizomenon flos aquae Rlfs., Aphanothece microscopica Näg., Polycystis flos aquae Kirchn., Oscillatoria princeps Vauch., Cosmarium Botrytis Menegh., Navicula radiosa Kuetz., Navicula cryptocephala Kuetz., Ropalodia gibba Müll., Ropalodia ventricosa Müll., Epithemia turgida var. Westermanni Kuetz. (Bei den Bestimmungen der Algen erfreute ich mich der dankenswerten Hülfe des Hrn. Dr. Forti in Verona.)

de Not.,) Polytrichum strictum Menz., Mnium Seligeri Jacq., Climacium dendroides L., Aulacomnium palustre Schwg., Hypnum scorpoides Dill., Hypnum cuspidatum L., Hypnum intermedium Lndb., Hypnum stellatum Schreb., Sphagnum medium Limpr.

Lebermoose: Jungermania setacea Webb. (Bestimmung von Prof. Culmann in Paris.)

Sphagnum hat sich unter die Erlengebüsche geflüchtet, bildet kleine Hochmooransätze und trotzt hier jener Theorie, die es vom Kalkwasser verbannt. Das untenliegende dichte Filtrationspolster mag den kleinen Rebellen vielleicht entschuldigen.

Bisweilen dringt durch die Löcher, die von den Befestigungsstangen herrühren, ein schmutzig grüner Schlamm und bildet kleine Tümpel. Da auch diese einen Bestandteil der Insel ausmachen, so unterzog ich sie einer mikroskopischen Untersuchung. Ein förmlicher Mischmasch von Tierischem und Pflanzlichem, von Lebendem und Totem.

Oscillatoria limosa var. laete aeruginosa Kuetz.,
Aphanothece microscopica Näg.,
Stigonema minutum (Ag.) B. u. F.,
Fischerella ambigua (Kuetz.) Gom.,
Cymbella cymbiformis Ehr.,
Melosira varians Ag.,
Cosmarium margaritiferum Turp.,
„ pseudopyramidatum Nordst.,
Cosmarium Meneghinii Bréb.,
Micrastorias crenata Bréb.,
Pandorina Morum Bory.,
Gloecystis ampla Kuetz.,
Scenedesmus quadricauda (Turp.) Bréb.,
Eremosphaera viridis,
Palmella sp.?

dazu Teleuto und Uredosporen, Pinuspollen, Sphagnum und Hypnumblättchen, Epidermisstücke von Cyperaceen und Gramineen, lebende Daphniden und blosse Panzerstücke, Anguillula und Arcella — all dies in einem Tropfen Kot.

In der Nähe der Insel sind häufig flottierend:

Anabaena variabilis Kuetz.,
Gloeotrichia natans Rab.,
Amphora affinis Kuetz.,
Epithemia sorex Kuetz.,
„ Argus (Ehr.) Kuetz.,
Fragilaria virescens Rlfs.,
Diploneis elliptica (Kuetz.) Cleve,
Merismopoedia glaucum Näg.,
Navicula lanceolata Kuetz.,
„ anglica Rlfs.,
Rhopalodia ventricosa (Grun.) Müll.

Die Litoralflora.

Unter diesem Titel fasse ich die Pflanzen zusammen, die das ganze Jahr durch, bei hohem und tiefem Wasserstand, im Wasser stehen. Ein stufenmässiger sachter Uebergang existiert für den Lützelsee nicht. Von der Verlandungszone, die Carex stricta beherrscht, fallen die Ufer plötzlich zu ziemlicher Tiefe ab.

Nach Magnin (les lacs du Jura) folgt die Litoralflora der Torfseen folgendem Gang:

a) Caricetum,
b) Phragmitetum und Scirpetum,
c) Nupharetum,
d) Potamogetonetum und Characetum.

Der Lützelsee, obwohl ein ausgesprochener Torfsee, beansprucht ein besonderes Schema:

a) Phragmitetum,
b) Characetum und Scirpetum,
c) Potamogetonetum,
d) Nupharetum und Myriophylletum.

Phragmites findet sich im See ganz spärlich und dringt nicht weit vor. Die Species ist aber ein Hauptbestand der benachbarten Wiesen auf West- und Ostseite im Verein mit C. stricta.

Chara jubata kommt nur in den Zuflüssen vor und zwar in sehr dichten Beständen. Im See selbst konnte ich keine finden; sie wird dort vertreten durch Nitella syncarpa.

Diese bildet am Süd- und Südostrand einen vielfach unterbrochenen Gürtel unmittelbar in der Nähe des Ufers, höchstens bis zwei Meter vordringend und nur in Tiefen von $^1/_2$—1 m. (Niederer Wasserstand.)

Scirpus lacustris ist auch auf den Rand verwiesen und zeigt sich namentlich im Nordosten häufig. Nur an einer Stelle dringt er keilförmig bis gegen 20 m vor.

Zierlich nehmen sich die Büschel schlanker Blätter aus, die am Fusse des Schaftes unter Wasser sich wiegen.

Potamogeton americanus ist weitaus dominierend gegenüber Potamogeton crispus und natans. P. natans wächst nur in Seitengräben und Zuflüssen, P. crispus im See ziemlich zerstreut unter Nuphar und Myriophyllum. Einzig in der Nähe des Ausflusses

bildet er eine grössere Wiese. Er dringt etwas weiter vor als Pot. americanus und ist namentlich am Südrand vertreten.

Pot. americanus ist fast immer in Gesellschaft von Nuphar und Myriophyllum, dringt jedoch nicht so weit in den See vor. Nur an einer einzigen Stelle, etwas östlich von der beschriebenen schwimmenden Insel, bildet er reinen Bestand von 20—30 m^2 Ausdehnung.

Das Nupharetum wird von drei Formen gebildet: Nymphaea alba, Nuphar luteum, Nuphar pumilum. Nuphar luteum tritt weitaus in den Vordergrund. Im benachbarten Egelsee kommt N. luteum gar nicht vor, Nymphaea alba führt dort die Herrschaft.

Nuphar luteum und N. pumilum entwickeln krause, submerse Blätter von gelbgrüner Farbe; das Chlorophyll entwickelt sich in ihnen mit weniger Fülle. Bei Nymphaea alba gelang es mir nicht, submerse Blätter zu konstatieren. Die Pflanze erscheint mehr vereinzelt unter Nuph. luteum oder zieht sich in die tiefern Stellen der Verlandungszone zurück.

Die drei Hauptspecies der Litoralzone sind Nuphar luteum, Myriophyllum verticillatum und Potamogeton americanus. Meist bilden sie gemischte Bestände, nur selten reine. Bei klarem Wasser ist es eine Freude, ins Farbenspiel des untergetauchten Gartens zu schauen. Den Grundton geben die krausen submersen Blätter von Nuphar; daraus steigen wie funkelnde Raketen die Wedel von Myriophyllum, und oben wiegen Blätter und Blüten sich im goldnen Sonnenstrahl.

Anfangs August machte ich genaue Aufnahmen über Bestände, Tiefe und Vordringen. Die Stellen sind auf der Karte mit den Anfangsbuchstaben des Alphabetes bezeichnet. Die Zahlen beziehen sich auf den niedrigen Wasserstand.

		Dringen vor	
		in eine Tiefe von	in eine Entfernung vom Ufer
A	Scirpus lacustris	1 m	2 m
	Nuphar luteum	2 „	4 „
	Myriophyllum vertic.	3—3½ „	50 „
B	Scirpus lac.	1—2 „	1½ „
	Nuphar l.	2½ „	20 „
	Myriophyllum vert.	3 „	20 „
	Nymphaea alba	2 „	10 „

		Dringen vor in eine Tiefe von	in eine Entfernung vom Ufer
C	Scirpus l.	1½ „	1½ „
	Pot. americanus	1½ „	10 „
	„ crispus	2 „	15 „
	Nymphaea	1½ „	10 „
	Nuphar luteum	2½ „	25 „
	Myriophyllum	2½ „	25 „
D	Scirpus	1 „	1½ „
	Pot. americ.	1 „	4 „
	„ crisp.	1½ „	6 „
	Myriophyllum	3 „	15 „
	Nuphar	3 „	36 „
E	Scirpus	1 „	10 „
	Myriophyllum	2½ „	20 „
	Nuphar	3 „	25 „
F	Myriophyllum	3½ „	30 „
	Nuphar	3 „	30 „

Die durchschnittliche Breite der Vegetationszone beträgt 20 bis 25 m; es ist ein dichter Bestand und stark entwickelte Pflanzen. Bei A z. B. ist eine gewaltige Myriophyllumwiese. Zur Zeit der höchsten Entwicklung war es kaum möglich, den Kahn darüber weg zu bringen. Die Tiefe beträgt 3—3½ m, und so muss der jährliche Niederschlag nicht unerheblich dazu beitragen, den See aufzufüllen. Vom Ufer dringt Carex, Scirpus und Phragmites vor, und vom Boden aus arbeiten an der Verwachsung Nuphar, Myriophyllum und Potamogeton. Die Wirkung wird um so intensiver, da zugleich eine starke Kalkinkrustation der Blätter sich zeigt, namentlich bei Nuphar und Potamogeton.

Von der Stärke dieser Ablagerungen kann man sich am besten beim Baden überzeugen, wobei man bis zu unliebsamer Tiefe einsinkt in den braunen Moorboden.

Ich habe von der Masse an verschiedenen Stellen enthoben und im Schranke getrocknet, um nachher die organische Substanz durch Glühen zu bestimmen. Der Glühverlust betrug durchschnittlich 80 %.

Eine ganz besondere Zierde des Lützelsees ist Nuphar pu-

milum. Die Pflanze erscheint bei E, zwischen E und D und zwischen C und B. Die Plätze umfassen einen Flächenraum von je 30—40 m^2.

Nuphar pumilum dringt weiter in den See vor als Nuphar luteum oder wird von dieser vorgedrängt. Die Blätter von N. pumilum erschienen an der Oberfläche erst Ende Juli und Anfang August aus Tiefen von 3—3½ m.

Während die Blätter von N. luteum wie schwerfällige Wasserdrücker meist dichtgedrängt beisammen sind, so wiegen sich die zierlichen Blättchen von N. pumilum in glänzendem Grün weniger gedrängt auf den spielenden Wellen. Viele Blätter erreichen die Oberfläche nicht, und es gewährt einen herrlichen Anblick, wenn das Sonnenlicht sich spiegelt im Glanz der Blätter an der Oberfläche und sich vielfarbig bricht an den untergetauchten, die leicht und tändelnd im Lichtgefunkel sich bewegen.

Blühende Exemplare konnte ich nur sechs auftreiben und zwar erst Mitte August. Im Hüttensee treten die Blüten einen Monat früher heraus.

Nuphar pumilum kommt in unserm Lande nicht häufig vor. Die bisher bekannten Fundorte sind der Hüttensee bei Wädensweil, der Kämmoosweiher bei Bubikon, der lac des Joncs bei Châtel St-Denis und der Gräppeler Bergsee bei Alt-St. Johann.

Es reiht sich noch an der Lützelsee und der Egelsee bei Bubikon. Mir ist nicht bekannt, dass letzterer bis jetzt schon unter den Fundstätten figuriert hat. Dort ist N. pumilum weit stärker vertreten als im Lützelsee. Die Randzone des ganzen Sees hält Nymphaea alba inne, und dann folgt ebenso treu ein Gürtel von Nuphar pumilum.

Im Zürcher Oberland sind also drei Fundstellen im Umkreis einer starken halben Stunde.

Die Species Nuph. pumilum zeigt in verschiedenen Gegenden gewisse abweichende Merkmale, die eine Reihe von Forschern zu einer Artentrennung veranlassten. Meist aber werden die Variationen nicht für stichhaltig genug erachtet, um eine Trennung in verschiedene Species zu rechtfertigen.

Im Index Kewensis Plantarum Phanerogamarum, nomina et synonyma generum et specierum etc. werden als synonym bezeichnet: Nuphar minimum Sm. = Nuph. minus Dum., Nuphar

pumilum D. C. = Nuph. Spennerianum Gaud. E. Burnat kommt in seinen „Notes sur le Nuphar pumilum“ durch Vergleich der Formen vom Hüttensee mit denjenigen der Vogesen und des Schwarzwaldes zu dem Schlusse, dass Nuphar minimum Gaud., Nuphar Spennerianum Gaud., Nymphaea minima Spenner, Nuphar pumilum D. C. als dieselbe Art aufzufassen seien.

„C'est le sort de certaines plantes qui occupent des stations rares et très disseminées de recevoir fréquemment dans chaque station un nom différent. J'ai bien constaté de légères variations mais ce sont des différences relatives du plus ou moins et sur les exemplaires d'une même provenance on rencontre des états intermédiaires.“

Döll, „Flora vom Grossherz. Baden“, beschreibt eine Nuphar Spennerianum Gaud. und Nuphar pumilum D. C. Er führt die unterscheidenden Merkmale an, findet aber selbst, dass sie keine Beständigkeit haben.

Gaudin in „Flora helvetica“ spricht neben N. luteum nur von einer N. minimum, ebenso Grenier und Gordon in „Flore de France“ nur von einer N. pumilum.

Reichenbach in „Deutschlands Flora“ unterscheidet N. pumilum mit quadratischen Beuteln, N. Spennerianum mit länglichen Beuteln.

Dr. Günther, „Flora von Nieder-Oesterreich“, stellt der Nuph. lut. einzig gegenüber N. minimum und Engler und Prantl, „Die natürlichen Pflanzenfamilien“, nur Nuph. pumilum als die seltenere.

Kirchleger (in Flore alsac.) vergleicht die Formen der Vogesen und des Schwarzwaldes und erklärt N. Spennerianum synonym mit N. pumilum.

Ein Vergleich von N. pum. des Kämmoos und des Lützelsees ergab Uebereinstimmung der Merkmale; die Pflanze des Kämmoos ist in ihrem ganzen Habitus etwas kräftiger. Die Formen des Egelsees stimmen mit denen des Lützelsees.

Zur Parallele mit Hütten- und Gräppelersee stand mir das wohlkonservierte Material des botanischen Museums des Polytechnikums zur Verfügung. Im Hüttensee sind die Blätter durchschnittlich schmäler, kleiner und weniger rundlich als im Gräppelersee; letztere entsprechen denen des Lützelsees. Verschiedene Sammelobjekte vom Hüttensee tragen den Namen N. minimum, einige vom Gräppelersee N. Spennerianum.

Die Tiefenflora.

In der Tiefe des Seebeckens, soweit der früher beschriebene Teichschlamm herrscht, finden sich keine Blütenpflanzen mehr; auch das tierische Leben ist spärlich. Larven von Corethra plumicornis (Fabr.) und Chironomus plumosus L. finden sich vor, daneben Anodonta cellensis ziemlich häufig und wenige Oligochaeten.

Algen scheinen dieses Revier fast ausschliesslich in Pacht genommen zu haben und entwickeln sich reichlich. Weitaus herrschen zwei Blaualgen vor:

Aphanothece stagnina (Sprengel) Braun
„ pallida Rabenh.

Ich habe regelmässig jeden Monat Schlammproben entnommen. Die beiden Algen finden sich das ganze Jahr. Sie bilden Kolonien von Mohnsamen bis Haselnussgrösse und liegen zerstreut im Schlamm. Die Kolonien sind ziemlich konsistent. Die Farbe derselben stuft sich in allen Nüancen ab von hellgelb bis schmutziggrün und braun.

In „Rabenhorst, Algen Europas Nr. 1572" sagt Braun von Aphanothece stagnina, sie sei zeitweise schwimmend. Ich habe sie nur am Grunde gefunden.

Der ganze Boden ist damit bedeckt, bald mehr und bald weniger. Am 28. August schleifte ich den Kessel etwa einen Meter weit auf dem Grund und hob zwei Liter Schlamm. Die im Schlamme liegenden Aphanothecen brachte ich mit Wasser in einen Masscylinder, sie nahmen genau 200 cm³ ein. Nachdem das Wasser abgeseiht, füllten sie noch 120 cm³. Das Gewicht der 120 cm³ war bei 17° genau 120 gr. Beim Trocknen blieb nur eine leichte, aber zähe Haut übrig mit einem Gewicht von nur 1,98 gr., also ungefähr der sechzigste Teil des Gewichtes der lebenden Algen.

Der Fang ist durchaus nicht einer der reichsten, doch wird er eine Vorstellung geben können von der Massenhaftigkeit der Algen.

Frisch enthobene Algenkolonien wurden einer Messung unterworfen, das Volumen ward im Masscylinder bestimmt. Die Maximalzahlen seien hier erwähnt:

Aphanothece stagnina { Länge 23 mm, Breite 20 „, Tiefe 11 „ } Vol. 2,6 cm³

schlossen, zwischen je zwei Blättchen ist ein Zwischenraum von einer Blattbreite.

Bei N. lut. ist der Kronblattkreis geschlossen.

2. Die Narbe ist bei N. pum. gezähnt, die Strahlen laufen bis zum Rande aus. Die Narbe ist konvex. Bei N. lut. ist die Narbe ganzrandig, die Strahlen verschwinden vor dem Rande. Narbe konkav.
3. Die Frucht von N. pum. ist gerippt und matt; man erkennt die Lage der Samen durch die Wand. 50 % aller Früchte sind halbmondförmig gebogen.

   Die Frucht von N. luteum ist glatt und glänzend und nie halbmondförmig gebogen.
4. Bei N. pum. ist der Querschnitt des Blattstiels parallel zur Blattspreite zusammengedrückt. Fig. 2.

   Bei N. lut. sind die Blattstiele dreikantig.

N. pumilum 1 (Dicke): 2 (Breite) } in Durchschnitts-
N. luteum 1 „ : 1,2 „ } zahlen.

Bastarde zwischen beiden konnte ich mit Sicherheit nicht konstatieren. Die Beschaffenheit der Narbe einer Blüte von N. pum. war ähnlich derjenigen von N. luteum. Alle übrigen Merkmale aber stimmten zu N. pumilum.

N. pum. zeitigt im Lützel- und Egelsee, im Unterschied zum Kämmoosweiher, wenig Blüten. Vielleicht ein Zeichen des Rückganges. N. luteum ist im Lützelsee sehr produktiv in Blüten und Früchten.

An den Blättern von N. lut. machte sich ein intensiver Frass durch die Larve von Galeruca Nymphaeae L. geltend.

N. pumilum blieb ganz von dem Schmarotzer verschont.

An der Unterseite der Blätter von N. luteum zeigten sich oft die zierlichen Kolonien von Plumatella repens.

N. pumilum wurde von dieser Bryozoa nicht bezogen.

Während Wildenten die Blätter von N. pumilum gerne abfressen, vermeiden sie diejenigen von N. luteum.

Die Tiefenflora.

In der Tiefe des Seebeckens, soweit der früher beschriebene Teichschlamm herrscht, finden sich keine Blütenpflanzen mehr; auch das tierische Leben ist spärlich. Larven von Corethra plumicornis (Fabr.) und Chironomus plumosus L. finden sich vor, daneben Anodonta cellensis ziemlich häufig und wenige Oligochaeten.

Algen scheinen dieses Revier fast ausschliesslich in Pacht genommen zu haben und entwickeln sich reichlich. Weitaus herrschen zwei Blaualgen vor:

Aphanothece stagnina (Sprengel) Braun
„ pallida Rabenh.

Ich habe regelmässig jeden Monat Schlammproben entnommen. Die beiden Algen finden sich das ganze Jahr. Sie bilden Kolonien von Mohnsamen bis Haselnussgrösse und liegen zerstreut im Schlamm. Die Kolonien sind ziemlich konsistent. Die Farbe derselben stuft sich in allen Nüancen ab von hellgelb bis schmutziggrün und braun.

In „Rabenhorst, Algen Europas Nr. 1572“ sagt Braun von Aphanothece stagnina, sie sei zeitweise schwimmend. Ich habe sie nur am Grunde gefunden.

Der ganze Boden ist damit bedeckt, bald mehr und bald weniger. Am 28. August schleifte ich den Kessel etwa einen Meter weit auf dem Grund und hob zwei Liter Schlamm. Die im Schlamme liegenden Aphanothecen brachte ich mit Wasser in einen Masscylinder, sie nahmen genau 200 cm³ ein. Nachdem das Wasser abgeseiht, füllten sie noch 120 cm³. Das Gewicht der 120 cm³ war bei 17° genau 120 gr. Beim Trocknen blieb nur eine leichte, aber zähe Haut übrig mit einem Gewicht von nur 1,98 gr., also ungefähr der sechzigste Teil des Gewichtes der lebenden Algen.

Der Fang ist durchaus nicht einer der reichsten, doch wird er eine Vorstellung geben können von der Massenhaftigkeit der Algen.

Frisch enthobene Algenkolonien wurden einer Messung unterworfen, das Volumen ward im Masscylinder bestimmt. Die Maximalzahlen seien hier erwähnt:

Aphanothece stagnina { Länge 23 mm; Breite 20 „; Tiefe 11 „ } Vol. 2,6 cm³

Aphanothece pallida { Länge 13 mm, Breite 12 „, Tiefe 6 „ } Vol. 0,5 cm³

Beide bilden auch ganz winzige Kolonien von nur $\frac{1}{2}$—1 mm Durchmesser.

Häufig sind im Schlamme auch die Diatomeen.

Im Verlaufe eines Jahres konnte ich folgende Formen feststellen. Die mit Sternchen versehenen wurden auch im Plankton gefunden.

* Navicula vulgaris Heib.	* Synedra acus Ehr.
* „ affinis Ehr.	* „ ulna Ehr.
* „ elliptica Ktz.	„ longissima Sm.
* „ gracilis Ehr.	„ gracilis Ktz.
„ acuta Ktz.	Amphora ovalis Ktz.
* „ radiosa Ktz.	* Pleurosigma acuminatum Grün.
„ cryptocephala Ktz.	* „ attenuatum Sm.
„ Phoenicenteron Ehr.	* Cymbella lanceolatum Ehr.
* Pinnularia oblonga Rab.	„ affinis Ktz.
* „ viridis Rab.	Diatoma vulgare Bory.
* „ nobilis Ehr.	Gomphonema acuminatum Ehr.
„ divergens Sm.	Nitzschia Sigmoidea Nitz.
„ cardinalis Ehr.	Stauroneis gracilis Sm.
* Melosira granulata Ehr.	Surirella biseriata Bréb.
* „ distans Ehr.	„ norica Ktz.
* „ crenulata Thro.	„ ovata Ktz.

Sehr oft zeigten sich im Bodenschlamm auch folgende Species von Grün- und Blaualgen:

Pediastrum duplex Br.	Zygnema cruciatum Ag.
Microcystis punctata Henfr.	Micrasterias crenata Bréb.
Clathrocystis aeruginosa Henfr.	Eremosphaera viridis De Bary.
Hyalotheca sp.?	Pandorina Morum Bory
Desmidium sp.?	Anabaena variabilis Kuetz.
Scenedesmus quadricauda Bréb.	Merismopoedia elegans Br.

Auffallend ist, dass die Kolonien von Aphanothece ganz mit Diatomeen gespickt sind. Zerdrückt man eine kleine Kolonie mit dem Deckglase, so streut sie buchstäblich einen Schwarm von Navicula und Pinnularia aus, auch Pleurosigma ist oft mit dabei.

Durch konsistente Kolonien habe ich eine Reihe von Schnitten

geführt, um die Lage der Diatomeen zu bestimmen. Sie haften nicht nur an der Oberfläche, sondern sie besetzen in radiärer Richtung den ganzen Durchschnitt, am Rande sind sie zahlreicher als gegen die Mitte zu.

Man ist versucht, hier ein symbiotisches Verhältnis anzunehmen.

Das Plankton.

Es gewährt eine grosse Freude, sich mit den Ergebnissen der Planktonforschung vertraut zu machen; ist doch diese Wissenschaft verhältnismässig jung, sie strahlt im Lichte der ersten Begeisterung.

Allerdings gehen die Wege noch auseinander, aber im Widerstreit liegt der endliche Sieg der Wahrheit.

Eine Zusammenstellung der verschiedenen Forschungsrichtungen würde hier zu weit führen und ist von kompetenter Seite schon gemacht worden. Immerhin muss ich einige Worte hierüber verlieren, um die Art der Untersuchung, die dieser Arbeit zu Grunde liegt, zu rechtfertigen und zu begründen.

Sich anticipando auf irgend eine der Richtungen zu verlegen, schien mir nicht angezeigt, da die eigene Beobachtung des Forschungsgebietes den Weg vorschreiben soll, der die beste Gewähr zu geben scheint.

Als allgemein anerkannte Forderungen nahm ich an, dass die Untersuchungen qualitativ und quantitativ geführt werden sollen, dass horizontale und vertikale Züge sich ergänzen müssen.

Ueber die richtige Würdigung der quantitativen Fänge gehen die Ansichten auseinander. Die einen wollen sich begnügen mit der Bestimmung des Volumens, des Gewichtes, der Trockensubstanz, andere halten die Zählung für unumgänglich notwendig.

Asper und Heuscher waren die ersten, die Zählungen vornahmen, schon im Jahre 1886. Sie wollten aber nur eine Vorstellung schaffen von den vielerlei Organismen, die sich in einer gewissen Menge Wasser finden und die ungefähre Produktion eines Beckens darstellen. Sie hielten sich sehr reserviert in Verallgemeinerung der Resultate weniger Fänge auf den Gesamtbestand.

Professor Heuscher hält diesen Standpunkt jetzt noch inne und ist durch seine vielseitigen Beobachtungen namentlich davon

überzeugt, dass beim tierischen Plankton im erhaltenen Fange nicht immer das wirkliche Bild der vorhandenen Formen sich widerspiegelt und dass von einem Punkte aus nicht ohne weiteres auf andere geschlossen werden dürfe.

Dr. Apstein sagt in seinem „Süsswasserplankton“ pag. 2: „Die Zählung der Organismen ist von grosser Bedeutung, da nur durch diese Operation die Zusammensetzung eines Fanges genau festgestellt und dadurch Aufschluss über viele Fragen erhalten werden kann. Die wichtigsten dieser Fragen sind: wie viel jeder Organismenart werden in einem bestimmten Wasserquantum erzeugt, wie verhalten sich die einzelnen Organismen zu einander, namentlich wie Pflanzen zu den Tieren; wie wechselt die Zusammensetzung des Plankton im Laufe des Jahres.“

Diese unbedingte Hochschätzung der Zählung beruht auf der Annahme Hensens, dass das Plankton so ziemlich gleichmässig verteilt sei über grosse Strecken eines Wasserbeckens, eine Annahme, die von hervorragendsten Forschern wie Häckel, Forel u. a. bestritten wird. Häckel heisst die exakte Methode von Hensen geradezu „unbrauchbar“.

„Die Zusammensetzung ist sowohl in quantitativer und qualitativer Beziehung sehr ungleichmässig.“ (Planktonstudien pag. 57). Und pag. 66: „Es giebt jährliche, monatliche und stündliche Schwankungen, deren Ursachen meteorologischer oder biologischer Art sein können.“ „Die Masse des Plankton ist keine perennierende und konstante, sondern eine höchst variable und oscillante Grösse“ pag. 88.

Eine gewisse Berechtigung will Häckel der Zählung nicht absprechen, „sie hat aber höchstens Wert als einzelner Faktor einer grossen Rechnung, die aus Tausenden von verschiedenen Faktoren sich zusammensetzt.“ Wenn man aber aus der Zählung statistische Zahlenangaben von allgemein gültigem Wert machen will, so wendet sich der streitbare Gelehrte mit aller Entschiedenheit gegen ein solches Verfahren: „Die Statistik ist bekanntlich eine sehr gefährliche Wissenschaft, weil sie gewöhnlich darauf angewiesen ist, aus einer Anzahl unvollständiger Beobachtungen den annähernden Durchschnittswert einer Grösse zu finden. Indem sie ihre Resultate durch Zahlen giebt, erweckt sie den trügerischen Schein mathematischer Sicherheit.“

Aehnlich äussert sich Dr. Augustin Krämer in seiner „Planktonverteilung an den Samoanischen Küsten nebst vergleichenden Bemerkungen" 1897. „Was nützt die exakteste Zählung, wenn das Medium ein schwankendes ist; Hensen betont selbst an den verschiedensten Stellen seiner Arbeiten, dass er auch das Kleinplankton nicht für mathematisch genau verteilt hält; ich habe mich in tausenden von Fällen überzeugt, dass dies nicht der Fall ist. Wenn ich aber an einer Stelle zehn Fänge hinter einander mache und bei allen schwankt die Menge, wenn auch nur um geringes, in der Zusammensetzung und im Volumen, wie es die Tabellen zur Genüge zeigen, was nützt dann die minutiöseste Zählung eines einzelnen Fanges, wenn alle anderen verschieden sein können?"

Zacharias macht auf die grossen Schwankungen in quantitativer Hinsicht aufmerksam (Untersuchungen an den Koppen- und Kochelteichen. 1897). Blank (Genfersee) versichert „le plankton n'est point uniformément réparti", und Garbini in „Fauna limnetica e profonda del Benaco" (1894) stellt die Behauptung auf: „la distribuzione quantitativa e qualitativa varia da un punto all' altro del bacino." (pag. 3.)

Emile Yung, „Des variations quantitatives du plankton dans le lac Léman" 1899, findet:

„La répartition du plankton loin d'être uniforme varie dans de larges limites d'une région à l'autre (et même entre deux régions très rapprochées) autant dans le sens horizontal que dans le sens vertical. A plusieurs reprises j'ai été frappé de la différence quantitative du plankton puisé au moyen du même filet et à la même profondeur dans deux régions situées à quelques mètres seulement de distance horizontale l'une de l'autre."

Dem stehen Beobachtungen von Francé, Bachmann, Schröter, Amberg gegenüber.

Sehr energisch tritt Apstein ein für die gleichmässige Verteilung des Plankton im Süsswasser (Süsswasserplankton 1896, pag. 64 und folgende): „Das pflanzliche Leben hängt von der chemischen Beschaffenheit des Wassers ab; da diese im gleichen Bassin dieselbe ist, so erklärt sich die gleichmässige Verteilung des Phytoplankton. — Beim Zooplankton sind die Hauptfaktoren Hunger und Liebe. Die Pflanzenfresser unter den Tieren finden

die Algennahrung überall im See, brauchen derselben nicht nachzujagen und sich an bestimmten Orten zu sammeln. Die Fleischfresser finden ihre Beute folglich auch überall. Der andere Punkt ist die Liebe, das heisst die Fortpflanzung. Die meisten pflanzen sich den grössten Teil des Jahres ungeschlechtlich fort, das Leben fliesst „lieblos" dahin, sie werden nur vom Nahrungsbedürfnis geleitet. Es ist mir also auch auf diesem theoretischen Wege völlig unklar, wie das Zustandekommen eines Schwarmes in der limnetischen Region eines Sees zu erklären sein sollte."

„Nachdem die Thatsache fest steht, dass im Süsswasser die Organismen recht gleichförmig verteilt sind, genügt ein einziger Fang, um die Produktion des Sees und die Zusammensetzung der Organismenwelt für einen bestimmten Tag zu erkennen."

Apstein hat bei dieser Erklärung zwei wesentliche Punkte übersehen.

1. Die Verteilung des Phytoplankton ist nicht allein von der Chemie des Wassers abhängig, sondern auch von den Strömungen, die doch in jedem Wasserbecken vorhanden sind. Es hat ruhende und in Bewegung befindliche Partien und naturgemäss sammeln sich die Organismen im unbewegten Wasser an, wie die Blätter, die der Wind im Kreise treibt, im Centrum sich häufen. (Es sei hier auf die äusserst interessante Notiz „Burgunderblut im Zürchersee", die Professor Schröter in der Neuen Zürcherzeitung 2. und 8. X. 1899 veröffentlichte, verwiesen.)

   Sind die Pflanzen aber gedrängt bei einander, so werden sich auch die Tiere hinzumachen, die auf Pflanzen angewiesen sind.
2. Neben Hunger und Liebe wirkt bei Tieren noch ein dritter Faktor bestimmend, nämlich der Geselligkeitstrieb. Dieser findet sich bei allen Tierklassen, die in Massen in die Erscheinung treten, wenn sie über freie Beweglichkeit verfügen.

Man kann sich hievon auch leicht beim Plankton überzeugen. Am 1. September nahm ich einen grossen Glascylinder mit auf die Fahrt und goss den Ertrag von 6 Fängen, die mit Netzen verschiedener Weite ausgeführt worden waren, ganz frisch in das Gefäss, so dass die Planktonten ihre volle Lebensfähigkeit beibe-

hielten. Nach einiger Zeit konnte man leicht beobachten, wie sich zum Beispiel die Daphniden zu Scharen zusammendrängten und zwar nicht allein an der Oberfläche des Wassers, sondern auch in senkrecht verlaufenden Säulen. Die ungleiche Verteilung war schon auffallend, wenn man mit unbewaffnetem Auge durch das Gefäss sah.

Gerne gebe ich zu, dass es Fälle giebt, wo eine annähernd gleichmässige Verteilung des Plankton angenommen werden darf, aber man hüte sich, daraus eine sichere Gesetzmässigkeit machen zu wollen, da eine ungleiche Verteilung ebenso häufig oder häufiger vorhanden sein dürfte.

Ein interessanter Fall bot sich bei Anlass einer Planktonexkursion, die Professor Dr. Heuscher am 25. Juli 1899 im untern Zürichsee ausführte. In der Höhe des Zürichhorns wurden Horizontalfänge gemacht in geringer Tiefe. Sie ergaben ein reich gemischtes Plankton: Diatomeen, Chlorophyceen, Mastigophora, Rotatorien, Cladoceren und Copepoden. Nachher wurde das Netz in der Tiefe von 7 m gezogen; man erhielt einen Fang von violetter Färbung, der zich durchwegs aus Oscillatoria rubescens zusammensetzte, nur wenige Tabellarien waren mit dabei. Kaum 20 m davon entfernt ergab sich in derselben Tiefe ein Fang mit gelber Färbung, fast nur aus Tabellaria fenestrata bestehend, die beigemengten Oscillatorien waren ganz spärlich. Somit trat hier zugleich horizontale und vertikale Verschiedenheit sozusagen an derselben Stelle des Sees zu Tage. Leider verbot das eintretende schlechte Wetter die weitere Verfolgung des Phänomens. Hätte man hier Vertikalzüge aus einer Tiefe von 10 m gemacht, so wäre im ersten Falle voraussichtlich ein gewaltiges Oscillatorienmaximum zum Vorschein gekommen, der zweite Zug in unmittelbarer Nähe wäre zu einem ebenso starken Tabellarienmaximum geworden. Zugegeben auch, man könne bei Horizontalfängen nicht immer sicher für den genauen Tiefengang des Netzes garantieren, es sei nur vertikale Verschiedenheit hier vorliegend, so dass auch am zweiten Platz zu unterst die Oscillatorienschicht stände und darüber die Tabellaria, so hätte bei einem Vertikalzug aus 10 m. Tiefe die Menge der Oscillatorien das Netz so gefüllt und den Filtrationswiderstand so erhöht, dass von dem darüber liegenden Plankton wenig mehr aufgenommen worden wäre. Jedenfalls

hätte der Fang den Proportionen der Wirklichkeit nicht entsprochen. — Die minutiöseste Zählung beseitigt die Unvollkommenheit unserer Fangmethoden keineswegs, aber sie ist sehr geeignet, uns zu unrichtigen Schlüssen zu veranlassen.

Näher wird man der Wirklichkeit treten können, wenn man die viele Zeit, die das Zählen erfordert, auf Vermehrung der Fänge nach verschiedensten Tiefen und Breiten verwendet und diese durch Schätzung taxiert.

Aehnliche Verschiedenheit, wenn auch nicht ganz so auffällig wie das obige Beispiel, habe ich im kleinen Lützelsee oft konstatiert. Ich brauchte nur zu gleicher Zeit eine Reihe von Vertikalzügen zu machen, so ergaben sich oft quantitativ und qualitativ geradezu verblüffende Unterschiede. Die Vertikalzüge sind auch durch horizontale zu ergänzen. Es kam zum Beispiel mehrmals vor, dass der Vertikalzug fast keine Cladoceren aufwies. Im gleichzeitig ausgeführten Horizontalfang waren sie dominierend. In diesem Falle war diese Form in dünner Schicht, aber dichtgedrängt vorhanden. Das Vertikalnetz hatte die Tierchen schon beunruhigt beim Hinunterlassen, es wurden beim Aufziehen nur wenige gefangen. Bei der Zählung wäre diese Form in ein Minimum gerückt, während der horizontale Fang das häufige Vorkommen darlegte.

Nach meinen Beobachtungen am Lützelsee muss ich mit Häckel sagen, dass das Plankton eine sehr „oscillante Grösse“ ist.

Die hübschen Tabellen, die mit den Zählungen erhältlich sind, haben etwas Bestrickendes, besonders wenn sich eine graphische Darstellung damit verbindet. Man bekommt bei den fixen Zahlen so ein Gefühl der Sicherheit, man ist versucht, ein bisheriges Rätsel für gelöst zu erachten und freut sich darüber um so mehr, da der eingeschlagene Weg mühevoll genug war.

Die Gründe, die mich bewogen, von der Zählung Umgang zu nehmen, sind folgende:

1. Wie soll man zählen, um gerecht zu sein? Die einen der Organismen leben in Kolonien, andere nicht. Zähle ich nur die Kolonien, so kommen diese Wesen gegenüber den Einzelnlebenden zu kurz. Ist es aber thunlich, die Individuen jener Kolonien auch zu zählen? Ich denke zum Beispiel an Dinobryongruppen, die bald zu wenig Individuen, bald zu dreissig und vierzig Stück

am Verbande partizipieren, bald einzeln sich herumtreiben. (Hievon später.)

Soll ich bei Asterionella nur die Kolonie oder die einzelnen Strahlen zählen, was fange ich mit den langen Ketten von Tabellaria an u. s. w. Wenn ich doch, wie Apstein meint, durch die Zählung das Verhältnis der einzelnen Konstituenten zu einander feststellen soll, so braucht es eine einheitliche Zählungsmaxime, die aber schwer zu schaffen sein wird.

Oft nehmen Larvenformen einen Hauptbestandteil des Plankton ein. Der gewissenhafte Zähler müsste doch jede ihrer Species zuweisen, was auch für den gewiegtesten Forscher nicht immer leicht sein dürfte. Der Schätzer wird nur die Anwesenheit vieler Larven konstatieren und die häufigste näher bestimmen.

2. Die Zählung arbeitet durch Multiplikation und Verdünnung. Durch die Multiplikation werden allfällige Fehler sehr schnell potenziert. Hier nur ein Beispiel. Am 16. August wollte ich die Zahl von Asplanchna helvetica in einem Fange festlegen. Ich brachte denselben auf 10 cm^3 und unterwarf 1 cm^3 der Zählung mit Hülfe des Objektträgers, wie er von den Amerikanern eingeführt worden. Das Feld ist 20 mm breit, 50 mm lang und 1 mm tief. Von den 1000 Feldern werden 50 untersucht und protokolliert und das Ergebnis 20 mal genommen, um das Plankton im cm^3 zu erhalten. Der Fang enthält 10 mal mehr.

Auf der ersten Platte waren es 25 Stück
auf der zweiten 17 „
„ „ dritten 15 „
57

Also im Mittel 19 Stück.

Nach der Zählmethode hätte man sich mit diesem Ergebnis zufrieden gegeben und die Zahl der Asplanchna bestimmt nach

$$19 \,.\, 20 \,.\, 10 = 3800$$

somit auf den $m^3 = 3800 \,.\, 6{,}38 = 24168$,

(Das Netz hat 2 dm Durchmesser und ist 5 m aufgezogen worden, die Multiplikation mit 6,38 ergiebt den m^3.)

Probeweise zählte ich die übrigen 7 cm^3 auch noch nach, nachdem sie sorgfältig gemischt worden und fand darin nur noch 3 Stück Asplanchna.

Ausserhalb den 50 protokollierten Feldern der ersten drei

Platten fand ich im ganzen noch 10 Stück Asplanchna. Faktisch waren also im Fange nur vorhanden

$$25 + 17 + 15 + 10 + 3 = 70 \text{ Stück}$$

$$\text{und im } m^3 \; 70 \,.\, 6{,}38 = 445{,}2.$$

Die Zählung hätte die Wirklichkeit über 50 mal vergrössert.

Die Herstellung einer Verdünnung setzt eine gleichmässige Verteilung des Plankton in derselben voraus, was aber nicht leicht anzunehmen ist. Verdünnungen von Flüssigkeiten lassen sich leicht machen; das in der Flüssigkeit verteilte Plankton aber ist verschieden geartet, oft hängen die Organismen zusammen und werden durch das Schütteln nicht getrennt und wären sie am Ende noch gleichmässig gemischt, so verteilen sie sich beim Ausgiessen auf die Zählplatte wieder ungleich.

3. Werden die Zahlen, die sich bei einem Fang ergeben, mit andern Fängen verglichen, so ist die Differenzzahl oft so gross, dass der Wert der Zahl problematisch wird.

Ich zählte zum Beispiel am 15. September Peridinium tabulatum, das stark vertreten war, in drei mit demselben Netz zu gleicher Zeit gemachten Fängen.

1. ergab 13000 ⎫
2. „ 81000 ⎬ per m^3
3. „ 39000 ⎭

Da sagt doch die Zahl weiter nichts, als dass Peridinium häufig vorkam, was durch Schätzung mindestens ebenso sicher zu ergründen ist.

Die Anhänger des Zählsystems betonen namentlich, dass nur durch ihre Methode es möglich sei, die Schwankungen einer Form festzulegen. Dominierend könne eine solche bei 10000 sein und auch bei 100000, es sei durch das „dominierend“ nichts gesagt über die Menge. Geben wir diesen Mangel der Schätzungsmethode zu; ist er aber durch die Zählung nach obigem gehoben? Die Zählung giebt höchstens für sicher aus, was sehr unsicher sein kann.

4. Bei Quantitätsfängen muss mit dem feinen Netz gearbeitet werden, damit die kleinsten Formen erhalten werden.

(Nach Kofoïd „on some important sources of error in the Plankton method. Science“ Vol. VI 1897 soll zwar die Flucht der Mikroorganismen im Apstein'schen Netze bis zur Hälfte betragen

können. Dies scheint übertrieben; doch habe ich mich überzeugt, dass auch Nr. 18 der Müllergaze gewisse Species noch durchlässt, wenn auch nicht in grosser Zahl. Durchgelassen wurden Navicula, Pinnularia, Asterionella, Sphaerocystis, Melosira, Dinobryon stipitatum, Pleurosigma, Synedra, Peridinium, Microcystis.)

Der Filtrationswiderstand ist bei dem feinen Netz bedeutend, man erhält nicht alles Plankton in der durchfahrenen Wassersäule. Der Fehler soll repariert werden, indem man das Ergebnis mit einem Filtrationskoeffizienten multipliziert. Wie soll dieser Koeffizient bestimmt werden? Wenn er nur abhängig wäre von der Maschenweite, so ginge es an. Die Durchlässigkeit wird aber auch vom Plankton selbst beeinflusst, es müsste für jede Planktonzusammensetzung ein besonderer Faktor aufgestellt werden, was aber sehr schwierig, wenn nicht unmöglich ist. Ist zum Beispiel Dinobryon sehr häufig, so ist in kürzester Zeit die Innenseite des Netzes schleimig überzogen, der Filtrationswiderstand sehr gross. Unter diesem Uebelstand werden natürlich beide Methoden leiden; es ist aber nicht recht einzusehen, was eine fixe Zahl nützt, wenn man von vornherein gerechte Zweifel an dieselbe haben muss.

5. Fischt man zugleich mit dem feinen und groben Netz an derselben Leine, so kann man immer beobachten, wenn Zooplankton zahlreich ist, dass das grobe Netz 2 bis 3, sogar viermal grösseres Quantum liefert. Im groben Netz sind naturgemäss die Cladoceren und Copepoden stärker vertreten, oft fast ausschliesslich. Die grosse Quantitätsverschiedenheit lässt sich nicht bloss erklären durch das verschiedene Filtrationsvermögen, sondern da kommt auch die eigene lokomotorische Fähigkeit der kleinen Tiere in Betracht. Das feine Netz schiebt eine Wassersäule vor sich her, die sich nach allen Seiten verteilt. Die Tierchen folgen dem Zuge und bringen sich vermöge der eigenen Bewegung aus dem Bereich des daherschwebenden Netzes. Die grossen Augen werden sie wohl nicht nur als Dekoration tragen. Das Apstein'sche Netz mit dem aufgesetzten undurchlässigen Conus ist vor den offenen Netzen geeignet, den Cladoceren und Copepoden die Flucht zu erleichtern.

Das Netz liefert keine Proportionalität der Organismen, die der Wirklichkeit entspricht und eine Multiplikation mit dem Koeffizienten vergrössert den Fehler.

Den Uebelstand kann man etwas mildern dadurch, dass das feine Netz sehr langsam aufgezogen wird, um die Verstreuung zu vermeiden. Apstein schlägt für 1 Sek. 5 dm vor. Ich würde auf 2 dm reduzieren. Vergleichende Versuche haben mich auf diese Zahl geführt.

Die neueste Methode, das Pumpen des Plankton, wird eher geeignet sein, ein treues Bild des vorhandenen Plankton zu geben für die Stelle, aus der gepumpt wird. Der Nachteil ist nur der, dass sie eben nur für eine Stelle spricht und dass der Wert der Methode ziemlich zurückgeht, wenn man nebst vertikaler Verschiedenheit auch eine horizontale annimmt. Der Apparat ist zu kompliziert gegenüber der Sicherheit, die er bietet. In der Verallgemeinerung der Schlüsse von wenigen Proben aus liegt auch hier die Gefahr.

Ein Interesse bieten die Zählungen wohl; man erfährt, wie viel Tausend oder Millionen von Organismen in einem Fange zusammen sein können. Sichere Zahlenschlüsse aber auf den Stand des Planktons im ganzen Becken scheinen zu gewagt aus den oben angegebenen Gründen.

Auf den übrigen Forschungsgebieten, wo es sich um Tiere handelt mit freier Beweglichkeit, stellt man das häufige oder seltene Vorkommen fest, man beobachtet ihre Lebensweise, kontrolliert Ankunft und Wegzug etc., man zählt die Individuen nicht.

Wohl ist es möglich, dass in einem so kleinen See (12 ha) die Variabilität des Plankton grösser ist als in einem grossen. Die ausgedehnte Litoralzone kann hier leicht die ganze Wassermasse beeinflussen. Ich stelle meine Behauptungen nur für dieses Gewässer auf, es fehlt mir das nötige Mass der Erfahrung auf grossen Seen, um allgemein reden zu können.

Für den Lützelsee schien es mir sicherer, zugleich eine Reihe von Horizontal- und Vertikalfängen zu machen mit verschiedenen Netzen und aus der Summe der Untersuchungen meine Schlüsse zu ziehen. Die Horizontalfänge wurden so ziemlich in der Seemitte gemacht, immer auf dieselbe Distanz, die am Ufer markiert war. Die Vertikalfänge aus einer Tiefe von 4—5 m je nach dem Wasserstand.

Im Minimum waren stets 6 Proben zu untersuchen, es gab auch der Weg blosser Schätzung Arbeit genug, wenn ich schon

Apstein beistimme, dass Schätzungen nur relativ seien. Ich muss auch Zählungen für relativ ansehen. Die Schätzung hat aber den Vorzug, dass sie sich ihrer Relativität immer bewusst bleibt, während die Zählung sehr gern der Versuchung unterliegt, absolut zu werden. Der Absolutismus wird aber oft der Wahrheit und der Wissenschaft gefährlich.

Vom Mai bis November 1899 wurde das frisch gewonnene Material immer am See sofort untersucht, in der übrigen Zeit diente Konservierungsflüssigkeit. Im Januar konnten nur Vertikalzüge gemacht werden.

Die Untersuchung hat folgende Species festgestellt:

I. Schizophyceae.

1. Clathrocystis aeruginosa Henfr.
2. Microcystis punctata Henfr.
3. Oscillatoria limosa Vauch.
4. Coelosphaerium Kuetzingianum Naeg.
5. Merismopoedia elegans Braun.
6. Anabaena flos aquae Ktz.

II. Diatomaceae.

7. Tabellaria fenestrata Ktz.
8. „ flocculosa Ktz.
9. Asterionella gracillima Heib.
10. Fragilaria crotonensis Edw.
11. „ capucina Desm.
12. Navicula vulgaris Heib.
13. „ radiosa Ktz.
14. „ gracilis Ehr.
15. „ elliptica Ktz.
16. „ affinis Ehr.
17. Primularia viridis Rab.
18. „ nobilis Ehr.
19. „ oblonga Rab.
20. Melosira granulata Ehr.
21. „ crenulata Ktz.
22. „ distans Ktz.
23. Synedra acus Ehr.
24. „ ulna Ehr.
25. Synedra delicatissima Ehr.
26. Pleurosigma acuminatum (Grun.) Sm.
27. Pleurosigma attenuatum Sm.
28. Cyclotella comta Ktz.
29. Cymbella lanceolatum Ehr.

III. Chlorophyceae.

30. Pediastrum duplex var. microporum Br.
    Pediastrum duplex var. genuinum Br.
31. Pediastrum Boryanum Megheni.
32. Sphaerocystis Schroeteri Chodat.
33. Coelastrum sphaericum Naegeli.
34. „ cambricum Archer.
35. Scenedesmus quadricauda Brébisson.

IV. Mastigophora.

36. Volvox globator Ehr.
37. Ceratium hirundinella Müller.
38. „ cornutum Ehr.
39. Peridinium cinctum Ehr.
40. „ tabulatum Clap.
41. Dinobryon sertularia Ehr.
42. „ stipitatum Stein.
43. Pandorina morum Bory.

44. Synura uvella Ehr.
45. Gymnodinium fuscum Stein.
46. Eudorina elegans Ehr.
47. Mallomonas dubia Seligo.

V. Protozoa.

48. Coleps viridis Ehr.
49. Actinophrys sol Ehr.
50. Arcella vulgaris Ehr.
51. Difflugia pelagica Zach.

VI. Rotatoria.

52. Anuraea cochlearis Gosse.
53. „ aculeata Ehr.
54. Floscularia mutabilis Bolton.
55. Polyarthra platyptera Ehr.
56. Pompholyx sulcata Huds.
57. Triarthra longiseta Ehr.
58. Notholca longispina Kellicott.
59. Hudsonella picta Zach.
60. Synchaeta pectinata Ehr.
61. „ tremula Ehr.
62. Asplancha helvetica Juch.
63. Pedalion mirum Huds.
64. Mastigocerca capucina Wierz Zach.
65. Brachionus rubens Ehr.

VII. Cladocera.

66. Daphnia longispina (hyalina) Leyd.
67. Daphnia galeata Sars.
68. „ cucullata „
69. „ Kahlbergensis Schoedler.
70. Daphnia sima (Simocephalus vetulus) Müller.
71. Ceriodaphnia reticulata Jur.
72. Daphnella brachiura Lièvin.
73. Bosmina longispina Leyd.
74. „ longirostris Leyd.
75. „ brevicornis Hellich.
76. „ cornuta Jur.
77. Alona rostrata Koch.
78. „ affinis Leyd.
79. Pleuroxus hastatus Sars.
80. Leptodora hyalina Lillj.

VIII. Copepoda.

81. Cyclops strenuus Fisch.
82. „ oithonoides Sars.
83. Canthocamptus staphylinus Jur.

Wenige Bemerkungen über vorstehende Species seien hier eingeschalten, im übrigen verweise ich auf die am Schlusse stehenden Monatstabellen.

Clathrocystis findet sich das ganze Jahr, meist aber nur spärlich. Häufig nur im Mai und Oktober.

Oscillatoria hat im Oktober ein Maximum erreicht, sonst blieb die Form immer sporadisch.

Asterionella dominiert im März, nimmt ab, wird wieder häufig Anfang August, dominiert wieder Ende September und dann noch einmal Anfang Dezember. Im Jahre 1898 war die Form im Sept. und Dez. nur spärlich vorhanden. Im Frühling und Sommer bis in den Spätherbst war Asterionella immer reich besetzt mit Diplosiga frequentissima. Ich zählte z. B. am 17. Juni 51 Diplosiga an einer achtstrahligen Kolonie.

Asterionella trat immer in Spiralform auf und entwickelte 6—16 Strahlen. Die Kettenform, die Prof. Schröter unlängst im Zürichsee beobachtete (mündl. Mitteilung!) war nie zu finden.

Tabellaria fenestrata war im Beobachtungsjahr immer in Kettenform und nie häufig. Im September 1898 dominierte sie in Sternform.

Melosira ist nie dominierend. In der zweiten Hälfte September war sie häufig. Wiederholt beobachtete ich an Melosira granulata die Bildung von Auxosporen. Sehr schön z. B. am 25. August, wo ein Faden an beiden Enden mit Sporangien geziert war.

Länge des Fadens	=	0,25 mm
Breite „ „	=	0,015 „
Durchmesser der Auxosporen	=	0,023 mm

Pediastrum duplex ist perennierend. Sehr häufig nur Mitte Oktober gefunden. In seiner Abhandlung „Zur Kenntnis des Planktons sächsischer Fischteiche“ schreibt Zacharias über diese Form:

„Im pflanzlichen Plankton habe ich einige wissenschaftlich interessante Funde gemacht. Ich entdeckte an den Cönobien von Ped. duplex und dessen Varietäten das Vorhandensein von Borstenbüscheln, die von den Fortsätzen der Randzellen dieser scheibenförmigen Gebilde ausgehen. Ich zählte 5—6 starre Fäden in jedem solchen Büschel. Da, wo sich letztere dem Zellfortsatz angliedern, befindet sich eine knöpfchenartige Verdickung, welche bei den Varietäten deutlicher zu erkennen ist als bei Ped. duplex selbst. An frischen Präparaten, wo die Borstenbüschel von Wasser benetzt sind, treten dieselben überhaupt nicht hervor. Erst dann, wenn man Planktonproben auf dem Objektträger eintrocknen lässt, erscheinen sie dem Beobachter in voller Schärfe. Ohne Zweifel ist auch Prof. Schröter in Zürich auf dem Wege gewesen, diese eigentümlichen Schwebeapparate der Pediastren zu entdecken, denn derselbe bildet in seiner bekannten Abhandlung über das Phytoplankton ein Coenobium von Ped. duplex var. Clathratum ab, dessen Randzellen gleichfalls mit borstenähnlichen Anhängseln ausgestattet sind. Aber Schröter zeichnet keine Büschel, sondern nur dünne, stachelartige Ausläufer, von denen stets nur ein einziger auf jedem der beiden Randzellenfortsätze steht.“

An den meisten Pediastren konnte ich keine Borsten entdecken. Die knöpfchenartige Verdickung hingegen war oft sehr deutlich zu erkennen. Bei einzelnen Exemplaren waren Stacheln wahrzunehmen und zwar wie sie Schröter gezeichnet und nicht nur an der Spitze, sondern auch seitlich an den Zellfortsätzen. Einige Fortsätze trugen solche, andere derselben Alge nicht. Es wäre nicht ausgeschlossen, dass diese Borsten nur eine Begleiterscheinung der Eintrocknung sind, dass sich bei der Kontraktion der Zellinhalt in dieser Form ergiesst. Aehnliche Gebilde beobachtete ich auch bei Ceratium und Peridinium, wie überhaupt das eingetrocknete Plankton strahlige Ausläufer nicht selten aufweist.

Ceratium hirundinella ist perennierend und wird neben Dinobryon am häufigsten dominierend. Die Gestalt ist sehr wechselnd. Nicht nur ändert die Zahl und Form der hintern Hörner, bald sind sie zu zweien, bald zu dreien, bald annähernd gleich lang oder dann deutlich ungleich, sondern die Gestalt als Ganzes genommen variert. — Ende April und im Mai war sie lang gestreckt, hinten mit zwei fast parallelen Hörnern versehen, die Querfurche war schmal. Sie hatte ungefähr die Form der von Erhg. beschriebenen C. furca; doch war die Zweizahl der Hörner nicht als konstant zu betrachten. Im Sommer und Herbst verkürzte sich die Gestalt, die Hörner erschienen immer in Dreizahl und waren stark gespreizt, die Querfurche wurde breiter.

Am besten sprechen Messungen:

	30. April	17. Juni
Gesamtlänge	0,3 mm	0,2 mm
Breite der Furche	0,045 „	0,06 „
Grösster Abstand der Hörner	0,08 „	0,12 „

Auf diese Variationen haben Lauterborn und Axstein aufmerksam gemacht und ihre Beobachtungen decken sich ziemlich mit den eben beschriebenen.

Dr. Ludwig wirft die Frage auf, ob unsere Süsswasserperidineen leuchten. Zu Zeiten, da Ceratium und Peridinium die Herrschaft führten, fahndete ich in dunkeln Nächten auf die Leuchtkraft der Peridineen, konnte aber nie auch nur die geringste Spur konstatieren. Ludwig verneint die Frage ebenfalls, bemerkt aber, dass seine Untersuchungen erst 1—2 Stunden nach dem Fange möglich waren und dass ein Leuchten bei ganz frischem Material

vielleicht doch nicht ausgeschlossen wäre. Ich war in der vorteilhaften Lage, sofort untersuchen zu können bei Herstellung eines totalen Finsterraumes, das Resultat war negativ.

Dinobryon sertularia kommt zeitlich und numerisch häufiger vor als *D. stipitatum*.

Auffallend war mir, dass D. sertularia bald im *Kolonienverband*, bald *einzeln* in die Erscheinung trat. Der Transport kann nicht die Schuld tragen, da das am See untersuchte Material dieselbe Differenz aufwies und der konstatierte Kolonienverband auch bei langem Transport sich nicht löste. Ich will nicht unterlassen, das verschiedene Auftreten hier anzuführen, ohne mich in Vermutungen über die Ursachen weiter zu ergehen.

März 21	in Kolonien, sehr häufig.	Aug. 15	in Kolonien, vereinzelt.
April 20	*nicht* in Kolonien häufig.	Sept. 1	„ „ häufig.
Mai 7	„ „ „ sehr häufig.	Sept. 15	„ „ sehr häufig.
Mai 20	in Kolonien, sehr häufig.	Sept. 30	nicht vorhanden.
Juni 3	„ „ „ „	Okt. 14	in Kolonien, häufig.
Juni 17	„ „ häufig.	Okt. 30	„ „ „
Juli 1	„ „ „	Nov. 16	„ „ sehr häufig.
Juli 15	„ „ vereinzelt.	Dez. 5	*nicht* in Kolonien, sehr häufig.
Aug. 1	nicht vorhanden.	Jan. 3	in Kolonien, häufig.

Der Nachfang am 6. Sept. war reich an Dinobryon und zwar im *Horizontalzug oberflächlich nicht im Verband*, im *Horizontalzug tief* in festem Verband.[1])

Coleps viridis setzt im Mai und Juni aus, kommt in ein Maximum im September und Oktober, wird im Winter selten. Im Jahre 1898 war ein Maximum erst Ende November vorhanden. Die Sommerformen sind dunkel gefärbt, die hellgrüne Farbe scheint für den Winter reserviert.

Von den *Rotatorien* kommt nur *Anuraea cochlearis* zur Herrschaft. Einmal im Mai und wieder im September.

Pedalion, *Synchaeta*, *Asplanchna* und *Hudsonella* zeichneten sich oft durch zierliches Farbenspiel aus. Neben nahezu farblosen Exemplaren fanden sich solche mit den lebhaftesten

[1]) Lemmermann hat die einzellebenden Dinobryen unter der Gattung *Dinobryopsis* zusammengefasst. Meine Beobachtungen sprechen für die Auffassung *Senns* (Flagellaten, in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfamilien), welcher die freischwimmenden nur als Formen der kolonienbildenden auffasst. (Nachträgl. Anmerkung.

Färbungen. Blaue, grüne, braune und rote Partien in leuchtenden Tönen waren nicht selten am gleichen Individuum wahrnehmbar.

Die Cladoceren sind im Vergleich zu denen des Zürichsees weniger transparent. Die Färbung zieht stark ins gelbliche.

Die Wanderung der Cladoceren von der Oberfläche zur Tiefe bei Tag und umgekehrt bei Nacht konnte ich ziemlich regelmässig konstatieren. Eine Ausnahme machte nur der August, wo die Wassertemperatur sehr hoch war. Sie hielten sich immer in den etwas weniger erwärmten Schichten am Grunde auf und nahmen die alte Gewohnheit erst wieder auf, als die Temperatur der Wassermasse unter 20° zurückgegangen war.

Zahlreiche Forscher haben auf den Saisonpolymorphismus der Cladoceren aufmerksam gemacht, so Zacharias, Schmeil, Stingelin, Weismann, auch Amberg (Untersuchung des Katzensees) weist darauf hin.

Stingelin z. B. sagt: „Im Genus Daphnia erreichen Saison und Lokalvariation ihren Gipfelpunkt. Diesen zwei Faktoren ist zum grössten Teil der unerschöpfliche Formenreichtum, der sich hier zeigt, zuzuschreiben." Er exempliert mit Daphnia pulex und D. pennata, mit Ceriodaphnia megops und C. pulchella, mit Bosmina cornuta und andern.

Genaue Beobachtungen könnten wohl dazu führen, verschiedene Species fallen zu lassen und zu verschmelzen, namentlich wenn es gelingt, sorgfältige Kulturversuche durchzuführen.

Bis Ende Mai war im Lützelsee Daphnia longispina mit vollkommen gerundetem Kopf allein auf dem Plan. Nach und nach kamen Formen mit zugespitztem Kopf, wurden zahlreicher, die Rundköpfe verschwanden gänzlich. Aus D. longispina war eine D. cucullata geworden und ein Moment trat ein, wo die Zuteilung zu dieser oder jener Form schwierig erschien. Vielleicht ist auch D. Kahlbergensis, die immer nur spärlich auftrat, nur als eine Variation oder Saisonform aufzufassen. In den Herbstmonaten verschwanden die drei Formen. Als die Gattung im Dezember wieder erschien, waren nur runde Kopfformen zu konstatieren.

Variationen traten zu Tage bei Bosmina cornuta und B. longispina, ebenso bei B. longirostris, so dass es Zwischenformen gab, bei denen die Zuteilung zu dieser oder jener Species nicht sicher gemacht werden konnte.

Auch bei Daphnia sima und Ceriodaphnia reticulata tritt starke Veränderlichkeit auf.

Leptodora hyalina spielte eine seltsame Rolle. Das erste Exemplar zeigte sich am 25. August. Am 6. Sept., nachts 11 Uhr, machte ich meine Fänge in gewohnter Weise. Keine Spur von Leptodora. Zuletzt streifte ich die Wasseroberfläche noch mit einem Netze, so dass dasselbe nur etwa 1 dm tief im Wasser ging. Im Fange waren etwa 20 Leptodora. Als ich noch weitere Züge auf die gleiche Art ausführte, war die Lept. nicht mehr zu finden und später zeigte sie sich nie wieder, obwohl ich meine Sorgfalt speziell dieser Form gegenüber verdoppelte.

Cyclops strenuus ist immer vorhanden. C. oithonoides fand sich im Frühling und Sommer ganz wenig, anfangs Dezember war er häufiger als C. strenuus. Zu Zeiten war bei den Naupliusormen die rötliche Färbung, ähnlich wie bei Hudsonella, auffällig.

In den einleitenden Bemerkungen zum Plankton machte ich auf die oft so unregelmässige Verteilung desselben aufmerksam. Am Tage scheint durchschnittlich die Verteilung gleichmässiger zu sein als bei Nacht, helle Nächte weisen grössere Differenzen als dunkle. Ohne eine Erklärung des Phänomens versuchen zu wollen, gebe ich einige Daten.

Empfehlenswert sind die Streiffänge; was ich darunter verstehe, habe ich bei den Bemerkungen über Leptodora dargethan. Der Oberflächenfang ist ein Horizontalzug einige Dezimeter unter dem Wasserspiegel, der Tiefenfang 4—5 m unter demselben.

6. Sept. Mitternacht. Im Oberflächen- und Tiefenfang dominieren Ceratium und Dinobryon. Im Oberflächenfang Coleps viridis sehr häufig, im Tiefenfang war die Species nicht aufzufinden. Die Cladoceren hielten sich mit Oscillatoria in der Tiefe, Copepoden erschienen erst im Streiffang wie auch Leptodora.

Die drei im Abstand von circa 30 m ausgeführten Streiffänge differierten stark. Der eine wies hauptsächlich Copepoden, Clad. und Rot., der andere Leptodora, der dritte Clathrocystis, Diat. (Nav. und Pinnul.) und Dinobryon.

30. Sept. 11 Uhr nachts. Anuraea cochlearis dominiert oben und unten. Asterionella ganz spärlich. Im Streiffang verschwindet Anuraea, dafür tritt Asterionella in gewaltiger Menge auf.

20. Okt. Mitternacht. Thermometer stand tief. Am Grase setzte sich starker Reif an. Prächtiger Mondschein. — Oben und unten äusserst spärlicher Fang, reichhaltig an Formen, aber arm an Zahl. Verhältnismässig häufig Ceratium, Dinobryon, Coleps, Mallomonas. — Der Streiffang zeigte, dass die Planktonten im obersten Dezimeter sich zusammengedrängt hatten, und nur da waren Cladoc., Cop., Diat. und Rot. (Asplanchna und Floscularia) reichlich anzutreffen. Wenige Meter reichten aus, um einen starken Fang zu erhalten.

Verschiedene Streiffänge wichen qualitativ stark ab. In keinem der Horizontalfänge wurde Actinophrys gefunden, im Vertikalzug war es geradezu häufig. Am 14. Oktober, 3 Uhr mittags, waren Clad. und Cop. auch nur im Streiffang anzutreffen. Ebenso waren sie oben häufiger am 16. Nov. als unten. Hauptsächlich im Streiffang. (4 Uhr mittags).

Von der variablen Grösse des Plankton haben mich namentlich auch die zur gleicher Zeit gemachten und dann gemessenen Vertikalzüge überzeugt. Sie können um die Hälfte, ja um das Doppelte variieren, hie und da auch vollständig übereinstimmen. Die qualitative Untersuchung ergiebt oft grosse Differenzen, oft ziemliche Uebereinstimmung.

Zur Bestimmung der Quantität des Plankton wollte ich als einfachste die Absetzmethode anwenden. Verschiedene Gründe veranlassten mich, dieselbe etwas zu modifizieren. 1. Das Plankton setzt sich im Wasser oft recht ungleich. 2. Viele Organismen bleiben an den Wänden hängen oder im Wasser suspendiert. 3. Beim Auswaschen des Netzes und Becherchens muss man zu grosse Oekonomie treiben mit dem Wasser, damit das Quantum nicht zu gross werde, in welchem das Plankton sich setzen soll.

Um diese Inconvenienzen zu vermeiden, liess ich eine Glasröhre von folgender Beschaffenheit herstellen:

Ein oberer weiter Teil verengt sich in einen schmalen Teil. Das unterste Ende dieses Teiles wird mit feiner Gaze (Nr. 18 Müllergaze) überspannt, der anschliessende Teil der Röhre nach $^{1}/_{10}$ cm^3 gradiert. Dem Teil mit der Skala gab ich eine Weite von 1 cm und eine Länge von 8 cm. Die Dimensionen des obern Teils der Röhre sind ohne Belang.

Der Fang, der in einem beliebigen Wasserquantum vorhanden

sein darf, wird in die Röhre geschüttet, das Wasser läuft ab und auf der Gaze bleibt das Plankton. Die Ablesung erfolgt, wenn kein Wasser mehr über der Planktonschicht vorhanden ist. Gefäss und Röhre können leicht ausgespült und nachgewaschen werden.

Wird das abtropfende Wasser durch viel Plankton zu sehr aufgehalten, so kann man das untere Ende des Röhrchens einfach ins Wasser halten, der Auftrieb bringt das Plankton von der Gaze weg, das Wasser hat wieder Durchgang.

Das Plankton nimmt natürlich so einen kleineren Raum ein als beim gewöhnlichen Absetzverfahren. Das Verhältnis ist durchschnittlich 5 : 10 oder 6 : 10. Meine spätern Quantitätsangaben müssten je etwa verdoppelt werden, um ungefähr das Volumen zu erhalten, das die Absetzmethode angiebt.

Sehr zu empfehlen ist es, eine solche Röhre gerade an Stelle des Becherchens beim Netze zu befestigen, wenn man sich schnell von der Menge des Plankton in einem Gewässer ein Bild schaffen will. Man spült das Netzchen sorgfältig in die Glasröhre aus und kann sofort die Quantität ablesen, da sich auch das lebende Plankton ohne Schwierigkeit auf der Gaze ansammelt.

Zum Schlusse sei der Versuch gemacht, Monatsbilder zusammenzustellen, als Resultierende der verschiedenen Fänge. Das feine Netz soll durch das grobe, Vertikalzüge durch horizontale, Oberflächenfänge durch Tiefenfänge ergänzt werden.

Dominierend nenne ich eine Form, wenn sie in der Mehrzahl der Fänge einen Hauptfaktor ausmacht,

häufig, wenn sie nur in einigen sehr stark auftritt oder in allen gut vertreten ist, ohne gerade auffallend zahlreich zu sein, Sperrung soll den Grad der Häufigkeit erhöhen,

vorhanden will einfach die Anwesenheit konstatieren.

Wohl bin ich mir bewusst, dass das Verfahren nicht einwandfrei ist, und gern setze ich das Kaufmännische S. E. E. O. dazu; doch kenne ich keinen Weg, der genauere Garantien giebt, und so schlage ich die Bahn dennoch zuversichtlich ein mit der Beruhigung, mein möglichstes gethan zu haben.

Vielleicht gelingt es einer spätern Zeit doch, gewisse Gesetze zu konstatieren, wenn einmal genügend Beobachtungsmaterial vor-

handen ist. Die vorliegende Arbeit möge als bescheidener Beitrag sich einreihen. Interessant wäre es z. B. zu erfahren, welche Formen überhaupt dominierend werden können, welche miteinander, welche einander vertreten, wie steht das Phytoplankton zum Zooplankton etc.

	dominierend = D	Lufttemp.	= L
Kürzungen:	häufig = H	Wassertemp. oben	= O
	vorhanden = V	„ unten	= U
	Quantität pro m³ = Q (in Cubiccentimetern).		

März 11. (1899.)

5 Uhr mittags.
Transparenz 3 m.

L = 5 °
O = 7½°
U = 7½°

D: Asterionella grac. Dinobryon sertularia.
H: Anuraea cochlearis Polyarthra platyptera.
V: Clathrocystis aeruginosa. Pediastrum duplex var. microp.
Microcystis punctata. Volvox globator.
Pleurosigma acuminatum. Peridinium cinctum.
Melosira granulata. Ceratium hirundinella.
Navicula vulgaris. Anuraea cochlearis.
Synedra acus. Triarthra longiseta.
Cyclotella comta. Bosmina cornuta.
Fragilaria crotonensis. Daphnia longispina.
Pinnularia oblonga. Cyclops strenuus.
Q = 0,4.

April 20.

4 Uhr mittags.
Transparenz 5 m.

L = 11°
O = 12°
U = 9°

D: Dinobryon sertularia.
H: Asterionella grac. Anuraea cochl. Bos. longispina.
V: Microcystis punctata. Ceratium hirundinella.
Fragilaria crotonensis. Peridinium cinctum.
„ capucina. Peridinium tabulatum.
Pinnularia viridis. Synura uvella.
Tabellaria flocculosa. Coleps viridis.
Pleurosigma acuminatum. Synchaeta tremula.
Pediastrum Boryanum. Polyarthra platyptera.
„ duplex var. Micr. Synchaeta pectinata.
Sphaerocystis Schroeteri. Triarthra longiseta.
Coelastrum sphaericum. Hudsonella picta.

Arunaea aculeata.
Bosmina cornuta.
Daphnia longispina.
Cyclops strenuus.
Q = 0,8

Mai 7.

4 Uhr mittags.
Transp. 4 m.

L = 20°
O = 14°
U = 12°

D: Dinobryon sert.
Bosmina longispina.
H: Clathrocystis aerug.
Microcystis punctata.
V: Oscillatoria.
Asterionella grac.
Melosira granulata.
„ crenulata.
Tabellaria fenestrata.
Pleurosigma acumin.
Pediastrum dupl. var. micr.
„ „ „ gen.
Sphaerocystis Schroeteri.
Ceratium hirundinella.
Anuraea cochlearis.
Polyarthra platyptera.
Hudsonella picta.
Triarthra longiseta.
Bosmina longirostris.
Daphnia longispina.
„ galeata.
Cyclops strenuus.
(Sehr viel Naupliusformen).

Q = 2,4.

Mai 20.

4 Uhr mittags.
Transp. 4 m.

L = 19°
O = 20°
U = 15°

D: Dinobryon sertul.
Bosmina longispina.
Anuraea cochlearis.
Bosmina longirostris.
H: Clathrocystis aerug.
Daphnia longisp. Cyclops strenuus.
V: Oscillatoria.
Microcystis punctata.
Tabellaria fenestrata.
„ flocculosa.
Asterionella gracillima.
Pinnularia olonga.
„ viridis.
Navicula radiosa.
„ vulgaris.
Melosira granulata.
„ distans.
Synedra ulna.
Pleurosigma acuminatum.
Sphaerocystis Schroeteri.
Pediastrum Boryanum.
„ dup. var. micr.
„ „ „ gen.
Scenedesmus quadricauda.
Ceratium hirundinella.
„ cornutum.
Peridinium cinct. und tabulatum.
Gymnodinium fuscum.
Actinophrys sol.
Anuraea aculeata.
Polyarthra platyptera.
Hudsonella picta.
Asplanchna helvetica.
Bosmina cornuta.

Daphnia galeata.
„ sima.
„ cucullata.
Daphnella brachiura.
Cyclops oithonoides.
Canthocamptus staphilinus.

Q = 3,2.

Juni 3.

4 Uhr mittags.
Transp. 6 m.

L = 22½°
O = 21 °
U = 15 °

D: Dinobryon sert. Anuraea coch. Cyclops st.
H: Bosmina longisp. Bosm. longir. Daphnia cucullata. Sphaerocystis Schroet. Peridinium cinct.
V: Clathrocystis aerug.
Microcystis punctata.
Asterionella grac.
Navicula vulgaris.
„ elliptica.
„ gracilis.
Pleurosigma acum.
„ attenuat.
Pediastrum Boryan.
„ duplex var. micr.
„ „ „ gen.
Ceratium hirundinella.
Peridinium tabulatum.
Polyarthra platyptera.
Pompholyx sulcata.
Daphnia Kahlbergensis.
„ longispina.
„ galeata.
„ sima.
Daphnella brachiura.
Ceriodaphnia reticulata.
Cyclops oithonoides.
Canthocamptus staphilinus.

Q = 2,1.

Juni 17.

3 Uhr mittags.
Transp. 4½ m.

L = 19½°
O = 19 °
U = 17 °

D: Ceratium hirund. Perid. cinct. Daph. cucul.
H: Perid. tabulatum. Dinobr. sert. Bosmina longirostris. Cyc. strenuus.
V: Clath. aeruginosa.
Microc. punctata.
Merismop. elegans.
Oscillatoria.
Tabel. fenestrata.
Asterion. grac.
Melosira granul.
„ distans.
Synedra ulna.
Pleurosig. acuminatum.
Pinnularia nobilis.
„ viridis.
Fragil. capucina.
Navic. vulgaris.
Sphaerocyst. Schroet.
Pediastrum Boryanum.
„ duplex var. micr.
„ „ „ gen.
Anuraea cochlearis.
Pompholyx sulcata.
Polyarthra platyptera.
Huds. picta.
Bosmina longispina.
Daphnia „

Daphnia sima.
Alona rostrata.
Cyclops oithonoides.

Q = 2,6.

Juli 1.

5 Uhr mittags.
Transp. 4$^1/_2$ m.

L = 17°
O = 20°
U = 19°

D: Ceratium hirund. Daphnia cucullata. Cyclops strenuus.
H: Dinobryon sertularia. Anuraea cochlearis. Daphnia sima.
V: Clathroc. aerug.
Microcystis punct.
Pleurosigma acum.
Pinnularia viridis.
„ nobilis.
Navicula gracilis.
Asterionella gracill.
Fragil. crotonensis.
„ capucina.
Cymbella lanceolatum.
Synedra acus.
Pediastrum duplex.
„ Boryanum.
Coelastrum Sphaeric.
Volvox globator.
Sphaerocystis Schroeteri.
Peridinium cinctum.
„ tabulatum.
Coleps viridis.
Anuraea aculeata.
Hudsonella picta.
Polyarthra platyptera.
Pompholyx sulcata.
Notholca longispina.
Daphnia Kahlberg.
Ceriodaphnia retic.
Daphnella brachiura.
Bosmina cornuta.
„ longirostris.
Cyclops oithonoides.

Q = 2,54

Juli 15.

11 Uhr mittags.
Transp. 4,6 m.

L = 25 °
O = 22$^1/_2$°
U = 19$^1/_2$°

D: Ceratium hir. Bosmina longirostris. Cycl. strenuus.
H: Anuraea aculeata und cochlearis. Polyarthra platyptera.
V: Clathrocystis aerug.
Microcystis punct.
Asterionella grac.
Tabellaria fenest.
Melosira gran.
Synedra acus.
Navic. vulgaris.
Pinnul. viridis.
Pediastrum dupl. var. gen.
„ Boryanum.
Sphaerocystis Schroeteri.
Peridinium cinct.
„ tabul.
Dinobryon sertularia.
Coleps viridis.
Mastigocera capucina.
Pomph. sulcata.
Hudsonella picta.
Pedalion mirum.
Bosmina cornuta.
Daphnia cucullata.
„ sima.

Daphnella brachiura. Daphnia Kahlberg.
Ceriodaphnia retic. Cyclops oithonoides.

Q = 2,22.

August 1.

11 Uhr mittags.
Transp. 4,5 m.

L = 25°
O = 24°
U = 22°

D: Ceratium hirundinella.
H: Cyclops strenuus. Daphnia sima. Ceriod. retic. (sehr viel Larven).
V: Clath. aerug.
Microcy. punct.
Anabaena flos aquae.
Asterionella grac.
Tabellaria fenestr.
Pleurosigma attenuat.
Synedra acus.
Nav. vulgaris.
„ gracilis.
Pediastrum duplex.
„ Boryanum.
Peridinium cinctum.
Coleps viridis.
Arcella vulgaris.
Anuraea cochlearis.
„ aculeata.
Polyarth. platyp.
Pompholyx sulcata.
Hudsonella picta.
Daphnia cucullata.
Bosmina longispina.
„ longirostris.
Cyclops oithonoides.

Q = 2,67.

August 15.

4 Uhr mittags.
Transp. 4 m.

L = 30°
O = 27°
U = 23°

D: Ceratium hirundinella.
H: Polygarthra platyp. Bosmina longisp. Daphnia sima. Bosmina longirost. Ceriodaph. retic.
V: Clathr. aerug.
Micr. punct.
Asterionella grac.
Tabellaria fenest.
Fragil. crotonensis.
Pleurosigma acum.
Navic. vulgaris.
Sphaerocystis Schroet.
Pediastrum duplex.
„ Boryanum.
Pandorina morum.
Dinobryon sert.
Peridinium cinctum.
„ tabulatum.
Mallomonas dubia.
Coleps viridis.
Pedalion mirum.
Anuraea cochlearis.
„ aculeata.
Asplanchna helvetica.
Pompholyx sulcata.
Mastigocerca capucina.
Hudsonella picta.
Notholka longispina.
Daphnia cucullata.
Bosmina cornuta.
Cyclops strenuus.
„ oithonoides.

Q = 2,54.

September 1.

3 Uhr mittags.
Transp. $3^1/_2$ m.

L = 24^0
O = 23^0
U = $22^1/_2{}^0$

D: Ceratium hirund. Daphnia sima.
H: Sphaerocyst. Schroet. Peridinium tab. Mastig. capucina.
V: Clath. aerug.
Microc. punct.
Oscillatoria.
Asterionella grac.
Melosira gran.
„ cren.
Synedra acus.
Nav. vulgaris.
„ radiosa.
Pinnul. viridis.
Surirella biseriata.
Frag. crotonensis.
„ capucina.
Pleurosig. acumin.
Pediastr. duplex.
„ Boryanum.
Dinobryon sertularia.
„ stipitatum.
Peridinium cinctum.
Mallomonas dubia.
Coleps viridis.
Actinophrys sol.
Arcella vulgaris.
Anuraea cochl.
„ aculeata.
Polyarthra platypt.
Notholca longisp.
Pedalion mirum.
Asplancha helv.
Bosmina longispina.
„ brevicornis.
Daphnia cucullata.
Ceriod. retic.
Daphnella brachiura.
Alona rostrata.
Cyclops strenuus.
„ oithonoides.

Q = 2,1.

September 15.

3 Uhr mittags.
Transp. 3 m.

L = $16^1/_2{}^0$
O = $17^1/_2{}^0$
U = $17^1/_2{}^0$

D: Dinobryon sertul. Perid. tabulatum. Coleps viridis.
H: Melosira granulata. Pediastr. duplex. Ceratium hirund.
Asterion. grac. Dinobry. stipit. Anuraea cochlearis.
V: Clathr. aerug.
Microc. punct.
Merismopoedia eleg.
Synedra acus.
Pleurosig. acuminatum.
Sphaerocy. Schroeteri.
Pediastr. Boryanum.
Peridinium cinctum.
Synura uvella.
Mallomonas dubia.
Actinophrys sol.
Asplanchna helvetica.
Polyarthra platyptera.
Pompholyx sulcata.
Mastigocerca capucina.
Notholca longispina.
Pedalion mirum.
Daphnia sima.
Bosmina longispina.
Cyclops strenuus.

Q = 0,7.

September 30.

3 Uhr mittags. L = $15^1/_2{}^0$
Transp. 4 m. O = 16 °
U = 15 °

D: Asterionella grac. Anuraea cochl. Coleps viridis.
H: Melosira gran. Ceratium hirund. Polyarth. platypt.
Peridinium cinct. Mallomonas dubia.

V: Clathr. aerug.
Microc. punct.
Oscillatoria.
Nav. vulgaris.
Tabell. fenestrata.
Nitschia Sigmoidea.
Pleurosig. acuminatum.
Melosira crenulata.
Scenedesmus quadricauda.
Fragilaria crotonensis.
Synedra acus.
Pediastr. duplex.
„ Boryanum.
Peridinium tab.
Dinobryon sert.
Anuraea aculeata.
Pedalion mirum.
Mastigocerca capucina.
Pompholyx sulcata.
Asplanchna helvetica.
Daphnia sima.
Ceriodaphnia reticulata.
Bosmina longirostris.
Cyclops strenuus.
„ oithonoides.

Q = 0,64.

Oktober 14.

3 Uhr mittags. L = 12 °
Transp. 4 m. O = $15^1/_2{}^0$
U = $15^1/_2{}^0$

D: Ceratium hirundinella.
H: Microc. punct. Asterion. grac. Dinobryon sert. Coleps viridis.
Oscillatoria. Pediastr. duplex. Anuraea cochl.

V: Merismopoedia eleg.
Anabaena flos aquae.
Tabell. fenestrata.
„ capucina.
Nitschia Sigmoidea.
Pleurosig. acuminat.
„ attenuatum.
Surirella biseriata.
Navic. vulgaris.
Pinnularia oblonga.
„ viridis.
„ nobilis.
Synedra ulna.
„ acus var. longissima.
Stauroneis gracilis.
Fragilaria crotonensis.
Pediastr. Boryanum.
Spaeroc. Schroeteri.
Peridin. cinctum.
Anuraea aculeata.
Hudsonella picta.
Floscularia mutabilis.
Notholca longispina.
Mastigocerca capucina.
Synchaeta tremula.
Polyarthra platyptera.
Pompholyx sulcata.
Brachionus rubens.
Bosmina longirostris.
„ cornuta.

Alona affinis.
Cyclops strenuus.
Cyclops oithonoides.

Q = 0,95.

Oktober 30.

3 Uhr mittags.
Transp. 4,8 m.

L = 16 °
O = 12 °
U = $10^1/_2$°

D: Ceratium hirund. Dinobry. sert. Bosmina longirost.
H: Melosira granulata. Polyarthra platyptera. Notholca longispina. Ceratium cornutum. Coleps viridis.
V: Clath. aerug.
Microcyst. punc.
Merismopoedia elegans.
Asterionella grac.
Melosira gran.
„ cren.
Fragil. crotonensis.
Surirella biseriata.
Sphaerocyst. Schroeteri.
Pediastrum duplex.
„ Boryanum.
Peridinium cinctum.
Dinobryon stipitatum.
Synura uvella.
Actinophrys sol.
Anuraea cochlearis.
„ aculeata.
Pompholyx sulcata.
Synchaeta pect.
Hudsonella picta.
Asplanchna helvet.
Bosmina cornuta.
„ longispina.
Daphnia sima.
Alona rostrata.
Cyclops strenuus.
„ oithonoides.

Q = 0,29.

November 16.

3 Uhr mittags.
Transp. 4 m.

L = 4 °
O = $7^1/_2$°
U = 8 °

D: Dinobryon sertularia.
H: Asterionella grac. Polyarthra platyp. Pediastrum duplex. Synchaeta pectin.
V: Microcy. punct.
Merismopoed. elegans.
Oscillatoria.
Tabellaria fenestr.
Nav. gracilis.
„ vulgaris.
Pinnul. viridis.
Pleurosigma acum.
„ attenuat.
Fragilaria crotonensis.
Melosira granulata.
Synedra acus.
Nitschia Sigmoidea.
Surirella biseriata.
Sphaeroc. Schroeteri.
Peridinium cinctum.
Dinobry. stipitatum.
Ceratium cornutum.
„ hirundinella.
Pandorina morum.
Synura uvella.
Mallomonas dubia.

Coleps viridis.	Bosmina longirostris.
Notholca longispina.	„ cornuta.
Anuraea cochlearis.	„ longispina.
„ aculeata.	Daphnia sima.
Mastigocera capucina.	Cyclops strenuus.
Asplanchna helvetica.	„ oithonoides.

Q = 0,44.

Dezember 5.

2 Uhr mittags.
Transp. 5 m.

L = $3^1/_2{}^0$
O = 3 ^{0}
U = 4 ^{0}

D:	Dinobry. sertul.	Notholca longispina.
	Asterionella grac.	Polyarthra platyptera.
H:	Peridinium cinct.	Bosmina longirostris.
	Asplanchna helv.	Cyclops oithonoides.
V:	Clathr. aerug.	Ceratium hirund.
	Microcy. punctata.	Arcella vulgaris.
	Oscillatoria.	Mastigocera capucina.
	Tabellaria fenestr.	Anuraea cochl.
	Synedra ulna.	„ aculeata.
	Melos. gran. und cren.	Pompholyx sulcata.
	Nav. vulgaris.	Bosmina longispina.
	Pinnul. viridis.	Daphnia „
	Fragilaria croton.	Alona rostrata.
	Pleurosigma atten.	„ affinis.
	Pediastr. duplex.	Pleuroxus hastatus.
	„ Boryanum.	Cyclops strenuus.
	Sphaerocystis Schroeteri.	Canthocampt. staphilinus.
	Peridin. tabulatum.	

Q = 0,5.

Januar 3 (1900).

4 Uhr mittags. (See eisbedeckt) L = 4 ^{0}
O = $1^1/_2{}^0$
Transp. 5 m. (Drei Vertikalzüge) U = 3 ^{0}

D:	Dinobryon sert.	Asterionella gracillima.
H:		Bosmina cornuta.
V:	Microcystis punctata.	Pleurosigma acumin.
	Oscillatoria.	„ attenuatum.
	Tabellaria flocculosa.	Pediastrum Boryanum.
	„ fenestrata.	Peridinium cinctum.
	Pinnularia viridis.	Dinobryon stipitatum.
	Navicula vulgaris.	Mallomonas dubia.

Anuraea cochlearis. | Bosmina longirostris.
Notholca longispina. | „ longispina.
Pompholyx sulcata. | Daphnia longispina.

Q = 0,1.

Februar 28.

4 Uhr mittags. (See frei) L = 8°

O = 5°

Transp. 4 m. U = 4°

D: Dinobryon sert.

H: Synura uvella. Notholca longispina.

V: Oscillatoria limosa. | Pediastrum duplex.
Tabellaria fenestrata. | Anuraea cochlearis.
Asterionella gracillima. | Asplanchna helvetica.
Melosira granulata. | Pedalion mirum.
„ crenulata. | Synchaeta pectinata.
Synedra acus und ulna. | Bosmina longirostris.
Cymbella lanceolatum. | „ cornuta.
Pediastrum Boryanum. | Cyclops strenuus.

Die Quantität des Planktons erreicht ein Maximum nur im Mai. In vielen andern Seen wurden zwei Maxima konstatiert z. B. durch Yung im Genfersee. Das eine im Mai, das andere im Dezember. Allerdings steigt die Kurve vom Oktober bis Dezember etwas, gelangt aber lange nicht zum Maximum. Der Januar bringt das Minimum.

Die Höchstproduktion des Plankton scheint in unserm See mit der Höchstproduktion der Litoralflora in engem Zusammenhang zu stehen.

Des Vergleiches halber stelle ich noch die Planktonquantität, die in andern Seen gefunden worden, zusammen. Sämtliche Angaben sind für die grossen Seen auf 1 m² Oberfläche und 60 m Tiefe berechnet. Die Masse des Lützelsees ist mit zwei vervielfacht, weil bei der angewendeten Methode das Plankton auf circa die Hälfte des Volumens des freien Absetzverfahrens eingeht.

Genfersee 19 V 96 (Forel)	60 m	=	126 cm³
Bodensee ¹³/₁₄ V 96 (Forel)	60 m	=	14 „
Zürichsee 12 V 96 (Forel)	60 m	=	260 „
„ 19 V 96 (Heuscher)	60 m	=	840 „
Lützelsee 20 V 99 (5 m)		=	32 „

Figur 3 stellt die Quantitätsschwankungen des Planktons dar.

Es kommen 14 Species zur dominierenden Stellung und zwar 5 pflanzliche und 9 tierische.

Zur Uebersicht stelle ich die dominierenden Formen noch zusammen und gebe dazu die Quantität des Planktons auf 1 cm³ Wasser berechnet.

1899			Quant.	Quant. unter 1 m² Oberfläche und 5 m Tiefe
März	21	Asterion. grac. Dinobry. sert.	0,4 cm³	2 cm³
April	20	Dinobryon sert.	0,82 „	4,1 „
Mai	7	Dinobry. sertul. Bosmina longisp.	2,4 „	12 „
„	20	Dinobry. sertul. „ „ Anuraea cochl. Bosmina longirost.	3,2 „	16 „
Juni	3	Dinobryon sert. Anuraea cochl. Cycl. stren.	2,1 „	10.5 „
„	17	Ceratium hir. Perid. cinct. Daph. cucullata	2,6 „	13 „
Juli	1	„ „ Cycl. stren. Daph. cucullata.	2,54 „	12,7 „
„	15	„ „ „ „ Bosm. longirostris	2,22 „	11,1 „
Aug.	1	Ceratium hirundinella	2,67 „	13,35 „
„	15	„ „	2,54 „	12,7 „
Sept.	1	„ „ Daphnia sima.	2,1 „	10,5 „
„	15	Dinobryon sert. Perid. tab. Coleps viridis.	0,7 „	3,5 „
„	30	Asterion. grac. Anuraea cochl. Coleps viridis.	0,64 „	3,2 „
Okt.	14	Ceratium hirundinella.	0,95 „	4,75 „
„	30	„ hir. Dinobry. sert. Bos. longirostris.	0,29 „	1,45 „
Nov.	16	Dinobry. sert.	0,44 „	2,2 „
Dez.	5	Dinobry. sert. Asterion. grac. Notholc. Polyarthra.	0,5 „	2,5 „
1900				
Jan.	3	Dinobryon sert. Asterionella grac.	0,1 „	0,5 „
Febr.	28	„ „ Synura uvella. Notholca.	0,25 „	1,25 „

Die dominierenden Formen sind auf die Monate verteilt:

1. Asterionella grac.: März, September, Dezember, Januar.
2. Ceratium hir.: Juni, Juli, August, September, Oktober.
3. Dinobry. sert.: März, April, Mai, Juni, Sept., Okt., Nov., Dez., Jan., Febr.
4. Peridinium cinct.: Juni.
5. „ tab.: September.
6. Anuraea cochl.: Mai, Juni, September.
7. Notholca longisp.: Dezember.
8. Polyarthra platy.: Dezember.
9. Coleps viridis: September.
10. Bosmina longisp.: Mai.
11. „ longirost.: Mai, Juli

12. Daphnia cucull.: Juni.
13. „ sima: September.
14. Cyclops strenuus: Juni, Juli.

Ich halte es nicht für statthaft, aus diesen Jahresaufzeichnungen allgemeine Deduktionen zu machen. Manches, was bis heute in der Planktonforschung gefunden worden, erscheint bestätigt. Die Zeit, die diesen Aufzeichnungen vorausging (Sept. 98 bis März 99) zeigt vielfach grosse Uebereinstimmung, dabei aber auch solche Abweichungen von den Ergebnissen 1899—1900, dass wohl nur eine ganze Reihe von Beobachtungsjahren die nötigen Prämissen zu liefern im stande sind für bestimmte Schlüsse.

Vergleichend unterwarf ich der Untersuchung die benachbarten kleinen Seen, den Egelsee (497 m) 4 km östlich, und den Seeweidsee (550 m), 2 km westlich.

Die Proben wurden immer am gleichen Tage entnommen. Die Grosszahl der Species sind in den 3 Seen conform, doch ist das Bild zur selben Zeit verschieden.

Einige Beispiele:

1. Sept. dominierend.

Lützelsee: Ceratium hir. Daphnia sima.
Egelsee: Clathrocystis aerug. Dinobryon sert. Anuraea cochl.
Seeweidsee: Dinobryon stipitatum. Sphaerocystis Schroeteri.

30. Okt. dominierend.

Lützelsee: Ceratium hir. Dinobryon sert. Bosm. longirostris.
Egelsee: Asplanchna helvetica. Diaptomus gracilis.
Seeweidsee: Dinobry. sert. Dinobry. stip. Diapt. gracilis.

Weder im Egel- noch im Seeweidsee traf ich eine Asterionella, Tabellaria oder Leptodora, dagegen in beiden häufig Diaptomus gracilis, eine Species, die im Lützelsee gar nie gefunden wurde. Dies ist namentlich deshalb auffällig, weil der Abfluss des Seeweidsees in den Lützelsee sich ergiesst.

Im Anschluss an das Plankton seien hier noch einige tierische Wasserbewohner angeführt, die gefunden wurden.

1. Spongiae: Spongilla fluviatilis.
2. Bryozoae: Plumatella repens, früher schon erwähnt Crista-

tella mucedo Cuv., die mit ihren wurmartigen Kolonien, aus denen schön reihig geordnete Statoblasten dunkel sich abheben, einige Pfähle überzieht.

3. Arthropoda.

Ranatra linearis L.
Nepa cinerea L.
Naucoris cimicoides L.
Dyticus marginalis L.
Hydrophilus piceus L.
Calopteryx splendens Hars.
Libellula depressa L.
Cordulia metallica L.
Calopterix virgo L.
Aeschna grandis u. cyanea L.
Culex annulatus Fabr.
Corethra plumicornis Fabr.
Chironomus plumosus L.
Atax crassipes Müll.
Hydrophantes umbrata Koch.

4. Oligochaeten. Herr Dr. Bretscher in Zürich IV als Fachmann war so freundlich, deren Bestimmung zu übernehmen. Er schreibt darüber:

Die Oligochaeten des Lützelsees.

Trotzdem der Oligochaetenfauna des Lützelsees nur wenig Zeit gewidmet werden konnte, haben die Beobachtungen doch genügt, um 19 verschiedene Formen derselben in ihm zu konstatieren. Bemerkenswert ist, dass sie eine Gesellschaft ergeben, die in nicht unwesentlichen Zügen von derjenigen ähnlicher Wasserbecken wie z. B. der Torftümpel am Katzensee wirklich abweicht oder abzuweichen scheint.

An Wasserpflanzen weiden nach Diatomeen und organischem Detritus verschiedene Naiden, so

Nais elinguis O. F. M.
Nais barbata O. F. M.
Nais lacustris L.
Nais serpentina O. F. M.
Nais lurida Timm.

Arten, die im Zürichsee, im Katzensee und den Tümpeln im Hard bei Zürich sich auch vorfinden. Ihnen gesellen sich bei:

Chaetogaster diaphanus Grth.
„ Langi Br.
„ sp.?

die ebenfalls an den genannten Orten, mit Ausnahme der letztern, wiederkehren. Merkwürdigerweise aber ist die Individuenzahl dieser zierlichen Tiere im Vergleich zu den andern Wasserbecken

sehr gering. Ob dies eine mehr zufällige Erscheinung ist oder der Lützelsee ihnen weniger günstige Existenzbedingungen bietet, wird durch erneute Beobachtung festzustellen sein.

Selten bekommt man auch hier eine Aeolosoma Hemprichi Ehrg. zu Gesicht.

Zahlreicher sind die Oligochaeten in den Pflanzenresten vertreten, welche die Uferzone dicht bedecken; sie finden hier nicht nur reichliche Nahrung, sondern, soweit es lichtfliehende Tiere sind, auch leicht den nötigen Schutz gegen Helligkeit oder ebenso gut gegen räuberische Insektenlarven und andere Feinde. Ausser einigen der bereits erwähnten Arten, wie Nais lacustris und serpentina, treffen wir eine sonst noch nirgends beobachtete Naide, Haemonais Waldvogeli n. g. n. sp. Sowohl ihre eigenartige Beborstung als die interessanten Kreislaufverhältnisse charakterisieren sie sehr gut und verleihen ihr eine besondere Stellung innerhalb der Familie.

Hier, wie an den oben namhaft gemachten Orten, leben häufig von weitern Naiden Pristina longiseta Ehrg., von Lumbriculiden Lumbriculus variegatus O. F. M., von Tubificiden Tubifex rivulorum Lam. Tubifex Heuscheri Br. Limnodrilus sp.? (weil nicht geschlechtsreif, nicht bestimmbar). Embolocephalus plicatus Rand. im weitern haben da ihren ständigen Aufenthalt von Enchytraeiden Mariorina riparia Br. Pachydrilus sphagnetorum Vejd., eine Art, die in der Schweiz zum erstenmal zur Beobachtung gelangte. Zu erwähnen ist, dass eine zu dieser Familie gehörige Form, wohl eine Art von Mesenchytraeus, in Folge rückständiger Entwicklung nicht diagnostiziert werden konnte.

5. Die Mollusken hat in zuvorkommender Weise Herr Prof. Dr. Stoll bestimmt:

Limnaea truncatula Müll.	Succinea Pfeifferi Rssm.	
„ palustris „	Anodonta cellensis Schroet.	
„ stagnalis L.	Pisidium fontinale Pfr.	
Planorbis marginatus Drap.	Valvata cristata Müll.	
„ vortex L.	„ piscinalis „	
„ albus Müll.	Helix fruticum Müll.	am Ufer
Bythinia tentaculata L.	„ ericetorum Müll.	am Ufer
Sphaerium corneum Stud.	„ pomatia L.	am Ufer

6. An Fischen sind im Lützelsee folgende Species konstatiert. Zugleich sei das Höchstgewicht angegeben.

Esox lucius Hecht 7 kg.
Tinca vulgaris Schleie 1¼ kg.
Scardinius erythrophthalmus Rotteli.
Perca fluviatilis 1¼ kg.
Cyprinus carpio Karpfen 6 kg.
Abranus brama Brachsmann (selten) 1½ kg.
Squalius cephalus Alet (selten).
Leuciscus rutilus Schwale (selten).
Blicca björkna Blicke ¼ kg.

Als nutzbringender Bewohner des Sees ist auch Astacus fluviatilis zu erwähnen, der in Prachtsexemplaren anzutreffen ist.

Zur Zeit sind die Erträge, die die Fischerei abwirft, als recht geringe zu bezeichnen. Sicher liesse sich bei richtiger Bewirtung ein weit grösserer Nutzen ziehen. Der See hat eine ausgedehnte Litoralflora, Plankton ist reichlich vorhanden. In den meisten Sommern, die sich nicht durch so andauernde Hitze auszeichnen wie der diesjährige, wird die Wassertemperatur sich nicht oder nur wenig über 20° C. erhöhen und somit wäre die Zucht edlerer Fische nicht ausgeschlossen. Die Grundnahrung allerdings ist nicht sehr ergiebig, dagegen die Oberflächennahrung bedeutend, wovon ich mich im Laufe des Jahres wohl überzeugen konnte. Die Zahl der auf dem Wasser schwebenden Insekten ist oft sehr gross. Am 15. August z. B. war die ganze Seeoberfläche dicht besetzt mit Lasius niger (L.) var. alienus (Förster) Bestimmung von Forel, ein wahrer Festtag für junge Rotteli.

Schon vor 50 Jahren hat Quatrefages aufgefordert zu besserer Pflege des Fischbestandes der Gewässer: „Sie sind in Wirklichkeit ein gepflügter und mit der Egge bearbeiteter Acker, der von der Natur erzeugt ist. Wenn ein solcher Acker nichts mehr produziert, so ist der Grund nicht der, dass die Fruchtbarkeit einen Stillstand macht, sondern dass die Aussaat mangelt. Die richtige Wasserwirtschaft lässt sich in zwei Worte fassen: Saat und Ernte."

In seinen „Fische der Schweiz" hat Asper besonders auf die vielen kleinen Seen der Schweiz hingewiesen, in denen noch viele ungehobene Schätze lägen, die angethan sein dürften, einen nicht

unwesentlichen Beitrag zur Förderung des Nationalwohlstandes zu liefern.

Bis jetzt ist gerade in diesen kleinen Seen, die mit ihrer meist so idyllischen Lage auch ein Anziehungspunkt des Sportes werden dürften, noch wenig geschehen.

Möge das neue Jahrhundert nachholen, was das alte versäumt!

Résumé.

Geographisch-biologische Diagnose des Lützelsees.

I. Topographie: Geogr. Länge 6° 26′, geogr. Breite 47° 16′.
Höhe über Meer 503 m.

II. Geologische Lage und Entstehung: Kolk im Tertiär.

III. Hydrographie: Oberfläche 12 ha.

	Min.	Mittel	Max.
Wassermasse:	450000 m^3	500000 m^3	550000 m^3.

Tiefe schwankt von $4^1/_2$—6 m.
Vier Zuflüsse, ein Abfluss.

IV. Klimatologie: Mittlere Jahrestemperatur der Luft 10° C.
" " des Wassers 9° C.

	Min.	Max.	Mittel
Transparenz:	3 m (15 Sept.)	6 (3. Juni)	4,2 m.

Farbe des Wassers: VI—VII der Forel'schen Skala.
Cirkulationsperioden: März und November.

V. Biologie: a) Beschaffenheit d. Umgebung, des Ufers und des Grundes: Torfsee mit breiter Verlandungszone, Tiefenschlamm.

b) Flora und Fauna des Sees.

Litoralflora:
- Cariceto-Phragmitetum.
- Characetum und Scirpetum.
- Potamogetonetum.
- Nupharetum und Myriophylletum.

Litoralfauna: Oligochaeten, Insekten und Mollusken.
Tiefenflora: Grundalgen: Aphanothece dominiert; daneben Diatomeen.
Tiefenfauna: Corethra, Chironomus, Atax, Anodonta.
Plankton: Zahl der Species: 83.
Phytoplankton 47. Zooplankton 36.
Dominierende Arten: Asterionella. Ceratium. Dinobryon sert. Peridinium cinct. Peridinium tab. Coleps virid. Anuraea cochl. Notholca longisp. Polyarthra platyp. Bos-

mina longis. und longir. Daphnia cucullata. Daphnia sima. Cyclops strenuus.

Maximum der Produktion: Ende Mai 16 cm^3 unter 1 m^2.

Minimum der Produktion: Januar (Eisdecke) 0,5 cm^3 unter 1 m^2.

Kurze planktonische Diagnose des Lützelsees.

Er ist arm an Schizophyceen und Chlorophyceen, reich an Asterionella, Ceratium und Dinobryon sert., eine oder zwei dieser drei Arten sind stets unter den dominierenden. Am häufigsten dominiert Dinobryon. Ceratium ist ausgesprochener Sommerplanktont; Asterionella zeigt auch hier wie in amerikanischen Seen und im Katzensee, zwei Maxima, eins im Frühling und eines im Herbst-Winter. Sphaerocystis und Melosira kommen hin und wieder in Masse vor.

Für einen so kleinen, ausgesprochenen Torfsee ist das Zurücktreten der Schizophyceen und Chlorophyceen und das öftere Dominieren einer vorwiegend Grosseeform wie Asterionella auffallend. In den beiden benachbarten Torfseen wurde keine Asterionella gefunden, dagegen dominierende Chlorophyceen und Schizophyceen.

Vom Zooplankton sind in vielen Species namentlich Rotatorien und Cladoceren vertreten. Rotatorien dominieren vorwiegend gleichzeitig mit Dinobryon, Cladoceren gleichzeitig mit Ceratium.

Litteratur.

Aeppli: Erosionsterrassen und Glacialschotter. Beiträge zur geol. Karte der Schweiz, IV. Lieferung.

Apstein: Das Süsswasserplankton. Meth. u. Resultate der quant. Untersuchung. Kiel u. Leipzig, Verlag v. Lipsius u. Tischer 1896.

Asper: Die Fische der Schweiz. Bern, Verlag v. Schmid, Franke & Co. 1891.

Asper: Wenig bekannte Gesellschaften kleiner Tiere unserer Schweizerseen. Neujahrsbl. d. nat. Gesellschaft Zürich 1881.

Brand: Ueber die Vegetationsverhältnisse des Würmsees und seiner Grundalgen. Separat-Abdruck aus „Bot. Centralblatt“, Band LXV 1896 Cassel, Gebr. Gotthelft.

Brand: Zur Algenflora des Würmsees. Berichte der deutsch. bot. Gesellschaft, Jahrgang 1898, Band XVI.

Bretscher: Die Oligochaeten von Zürich. Imprimerie W. Kündig et fils 1899 Genève.

Brun: Diatomées des Alpes et du Jura. Genève, Georg, éditeur.

Eylmann: Beitrag zur Systematik der europäischen Daphniden. Berichte der nat. Gesellschaft Freiburg im B. 1887.

Forel: Le Léman. Lausanne, Rouge, éditeur.

Forel: Faunistische Studien in den Süsswasserseen der Schweiz. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Supplementband Bd. XXX 1878.

Fric u. Vavra: Untersuchungen über die Fauna der Gewässer Böhmens. Arch. d. natur. Landesdurchforschung von Böhmen 1894.

Früh: Der gegenwärtige Standpunkt der Torfforschung. 1891 Basel und Genf. In Kommission bei H. Georg.

Garbini: Un pugillo di Plankton del Lago di Como. Venedig 1898.

Garbini: Alcune notizie fisiche sulle acque del Benaco. Florenz 1897.

Garbini: Primi materiali per una monografia Limnologica del Lago di Garda. Verona 1893.

Gomont: Monographie des Oscillariées. Paris 1893.

Gutzwiller: Beiträge zur geol. Karte der Schweiz.

Häckel: Planktonstudien. Jena 1890.

Hartvig Huitfeldt-Kaas: Plankton in norwegischen Binnenseen. Sonderabdruck aus dem Biolog. Centralblatt, Band XVIII Nr. 17. Leipzig, Arthur Georgi. 1898.

Heim: Geschichte des Zürichsees. Neujahrsblatt der naturf. Ges. Zürich 1891.

Hellich: Cladoceren Böhmens. Archiv d. nat. Landesdurchforsch. Böhmens, III. Bd. Prag.

Hettner: Geographische Zeitschrift. Zweiter Jahrgang IV. Heft.
Heuscher: Schweizerische Alpseen 1891. Separatabdruck aus der Schweiz. Päd. Zeitschrift I. Jahrg., Heft II u. III.
Heuscher: Untersuchung von Teichen im Gebiet des Kt. St. Gallen. Schweiz. Fischereizeitung. Beilage Band II 1894.
Heuscher: Der Sempachersee und seine Fischereiverhältnisse. Pfäffikon-Zürich 1895.
Heuscher: Hydrobiologische Exkursionen im Kt. St. Gallen. Naturf. Gesellsch. St. Gallen 1890—91.
Imhof: Verteilung der pelagischen Fauna in den Süsswasserbecken. Zool. Anzeiger 1888.
Istvanffi: Resultate der wissenschaftlichen Erforschung des Balatonsees. 1898 Wien. Kommissionsverlag von Ed. Hölzel.
Kaufmann: Der Süsswasserkalk und seine Beziehungen zur Seekreide (Geol. K. d. Schweiz XI Lief.)
Krämer: Ueber den Bau der Korallenriffe und die Planktonverteilung an den Samoanischen Küsten nebst vergleichenden Bemerkungen. Kiel u. Leipzig 1897.
Leydig: Naturgeschichte der Daphniden. Tübingen 1860.
Ludwig: Leuchten unsere Süsswasserperidineen? Separatabdruck aus „Bot. Centralblatt", Bd. LXXVI 1898. Cassel, Gebr. Gotthelft.
Magnin: Les lacs du Jura.
Rikli: Der Säckinger-See und seine Flora. 1899 Bern, K. J. Wyss.
Ramann: Organogene Ablagerungen der Jetztzeit. Neues Jahrbuch für Min. Geologie und Paläontologie von Leonhard und Bronn. Beilage, Band X.
Schmidle: Zur Kritik einiger Süsswasseralgen.
Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung (23. Heft).
Schroeter: Die Schwebeflora unserer Seen. 1897 Neujahrsblatt d. nat. Ges. Zürich Nr. 99.
Schroeter: Contribution à l'étude des variétés de Trapa natans. Archives des sciences physiques et naturelles XXIV. 1899 Genf.
Schroeter u. Kirchner: Die Vegetation des Bodensees. 1896 Lindau. Kommissionsverlag von Thom. Stettner.
Schütt: Bacillariaceae. Engler u. Prantl nat. Pflanzenf. 1898.
Steck: Beiträge zur Biologie des grossen Moosseedorfsees. 1893 Bern, Wyss.
Stebler: Die besten Streuepflanzen. Bern, Druck u. Verlag von K. J. Wyss. 1898.
Stein: Infusionstiere.
Stingelin: Die Cladoceren der Umgebung von Basel. Revue suisse de zool. III. 1895.
Stoll: Beiträge zur Kenntnis der schweiz. Molluskenfauna.
Surbeck: Die Molluskenfauna des Vierwaldstättersees. Revue suisse de zool. 1899.
Uebersicht der Geologie des Kt. Zürich (Neujahrsblatt 1862).
Weismann: Das Tierleben im Bodensee. Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees. Lindau 1876.
Whipple: The Microscopy of drinking water. New-York and London 1899.

Walser: Veränderungen an der Erdoberfläche im Umkreis des Kantons Zürich seit der Mitte des 17. Jahrhunderts. Bern 1896.

Wolle: Fresh water Algae of the U. St. Bethlehem P. A. 1887.

Yung: Des variations quantitatives du plankton dans le lac Léman. Arch. des sciences phys. et nat. 1899.

Zacharias: Forschungsberichte aus der biologischen Station zu Plön. (Teil 3, 4, 5, 6, 7.) 1897 Stuttgart. Erwin Nägele.

Zacharias: Orientierungsblätter für Teichwirte und Fischzüchter. 1896 Ploen. Hirts Buchdruckerei.

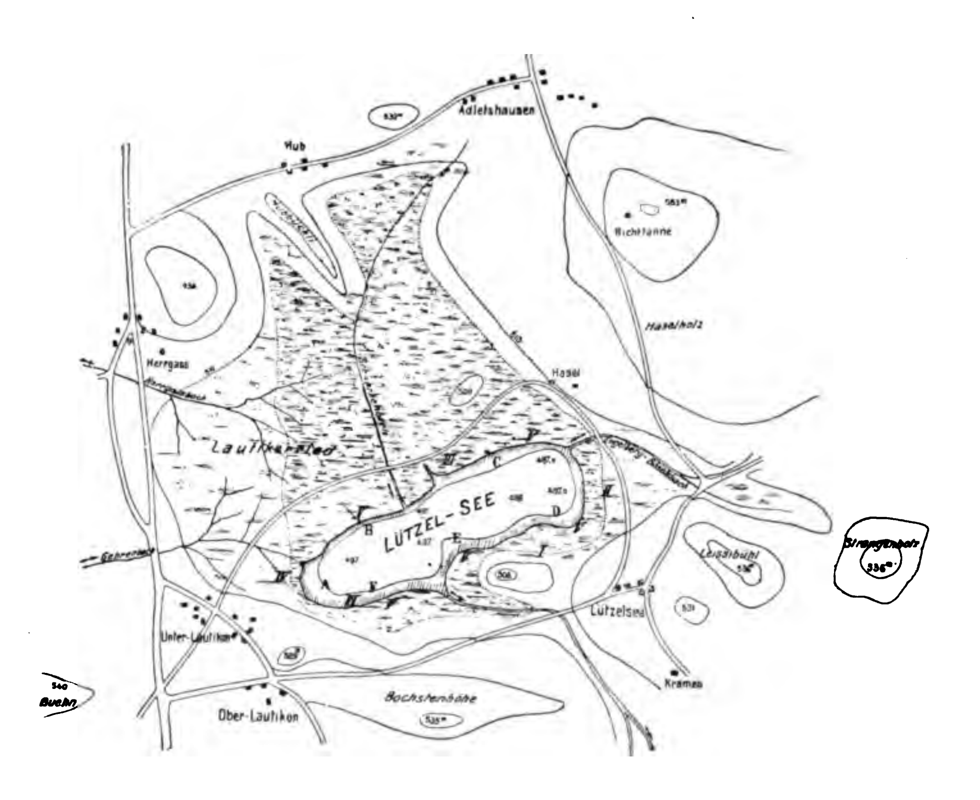
Zacharias: Biologische Untersuchungen an den Koppen und Kochelteichen.

Zeppelin: Bodensee-Forschungen I., II., III. Abschnitt.

Zschokke: Beitrag zur Kenntnis der Fauna von Gebirgsseen. Zoolog. Anzeiger Bd. XIII.

Zschokke: La faune des lacs suisses. Lausanne 1888.

Lautikerried und Lützelsee.



Hombrechtikon

1 : 17 700.



Zu deren Deckung wurde zunächst die Beobachtungsreihe des Herrn Assistent Broger (Nr. 801 der Litteratur) am gleichen Normalfernrohr beigezogen, welche 11 Tage ausfüllte; für die übrigen 63 Tage konnten 15 auswärtige Reihen (Nr. 802—816 der Litteratur) benutzt werden, von denen ich 12 der gefälligen direkten Mitteilung der Herren W. Winkler in Jena, Professor Schwab in Kremsmünster, Dr. Maier in Schaufling, Prof. Riccó in Catania, Prof. Lewitzky in Jurjew, H. Kleiner in Zobten, Woinow in Moskau, Frl. Freyberg in Petersburg, Herrn N. Sykora in Charkow, Prof. Collins in Haverford und General von Kaulbars in Helsingfors verdanke; die Beobachtungen des Herrn Professor Tacchini in Rom sind den „Memorie della società degli spettroscopisti italiani“, diejenigen von Ogyalla den von Herrn Dr. von Konkoly herausgegebenen „Beobachtungen am magnet.-meteorol. Observatorium in Ogyalla“, endlich die Reihe vom University observatory in Boston dem „Astron. Journal“ entnommen. Für jede dieser Reihen, mit Einschluss derjenigen des Herrn Broger, wurden durch Vergleichung mit meinen eigenen, auf Wolf reduzierten Beobachtungen die Faktoren *k* semesterweise berechnet, wie sie nachstehend zugleich mit der Anzahl der ihnen je zu Grunde liegenden Vergleichungen zusammengestellt sind. Die gleiche Tabelle enthält ausserdem wie früher (vgl. Mitt. LXXXVI) die entsprechenden Werte des Faktors k für die drei Handfernrohre, mit denen ich korrespondierende Beobachtungen in der damals erwähnten Absicht fortgesetzt habe.

Ort	I. Semester		II. Semester		Ersatztage
	Vgl.	*k*	Vgl.	*k*	
Zürich H_1	44	1.02	27	1.01	—
„ H_2	44	1.18	27	1.14	—
„ H_3	44	1.28	27	1.16	—
„ Broger	125	0.57	103	0.52	11
Boston	38	0.76	—	—	12
Berwyn (Philadelphia)	127	0.93	132	0.89	63
Catania	124	0.67	131	0.66	65
Charkow	60	0.77	47	0.82	19
Haverford	44	0.77	14	0.76	19
Helsingfors	53	0.65	41	0.34	19
Jena	93	0.94	92	1.15	37
				Uebertrag	245

Ort	I. Semester		II. Semester		Ersatztage
			Uebertrag		245
	Vgl.	k	Vgl.	k	
Jurjew (Scharbe)	32	0.75	34	0.67	17
„ (Photogr.)	—	—	13	0.72	2
Kremsmünster	89	1.01	109	1.13	25
Moskau	10	0.87	20	0.99	4
Ogyalla	54	1.16	79	1.43	27
Petersburg	25	0.85	28	0.88	10
Rom	111	0.92	126	0.92	62
Schaufling	4	0.63	18	0.81	7
Zobten	25	1.52	92	0.97	24
					423

Die letzte Kolumne der Tabelle giebt an, wie viele Ersatztage die betreffende Beobachtungsreihe für die 74 in meiner eigenen fehlenden lieferte; die 74 Lücken sind durch sie vollständig, meist mehrfach ausgefüllt, nämlich 3 mindestens zweifach, 4 dreifach, 7 vierfach, alle übrigen in höherer Zahl. Diese 423 Einzelbeobachtungen wurden mit den zugehörigen Faktoren k reduziert, alsdann die je auf den gleichen Tag fallenden zu einem Mittel vereinigt und dieses unter Beisetzung eines * in Tab. I eingetragen.

Monatliche Flecken-Relativzahlen im Jahre 1899. Tab. II.

1899	I			II		
	m	n	r	m	n	r
Januar	2	12	14.5	2	31	19.5
Februar	10	25	8.0	10	28	9.2
März	3	29	19.5	4	31	18.1
April	1	22	14.2	1	30	14.2
Mai	7	26	7.3	7	31	7.7
Juni	2	28	21.0	2	30	20.5
Juli	9	28	13.0	9	31	13.5
August	22	29	3.1	24	31	2.9
September	10	26	9.1	11	30	8.4
Oktober	12	26	14.8	16	31	13.0
November	9	20	7.3	10	30	7.8
Dezember	5	20	10.8	8	31	10.5
Jahr	92	291	11.9	104	365	12.1

In Tab. II sind sodann die Monatsmittel r, die Anzahl n der Beobachtungstage und die Zahl m der fleckenfreien Tage zu-

sammengestellt, schliesslich die betreffenden Mittel bezw. Summen für das ganze Jahr, und zwar in Kol. I so wie sie aus meinen eigenen Beobachtungen allein hervorgehen, in Kol. II dagegen nach Hinzuziehung der auswärtigen Ergänzungen. Ein beträchtlicher Unterschied zwischen beiden Zahlenreihen tritt einzig im Januar auf, der nicht blos die geringste Anzahl von Zürcher Beobachtungstagen, sondern zugleich sehr starke Schwankungen der Relativzahlen aufweist und deshalb dem Einfluss der Beobachtungslücken am meisten unterliegt; die beiderseitigen Jahresmittel fallen dennoch fast identisch aus.

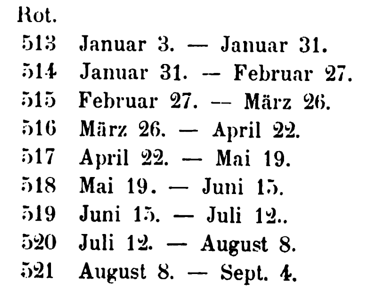
Das Jahresmittel stellt sich hiernach für 1899 auf

$$r = 12.1$$

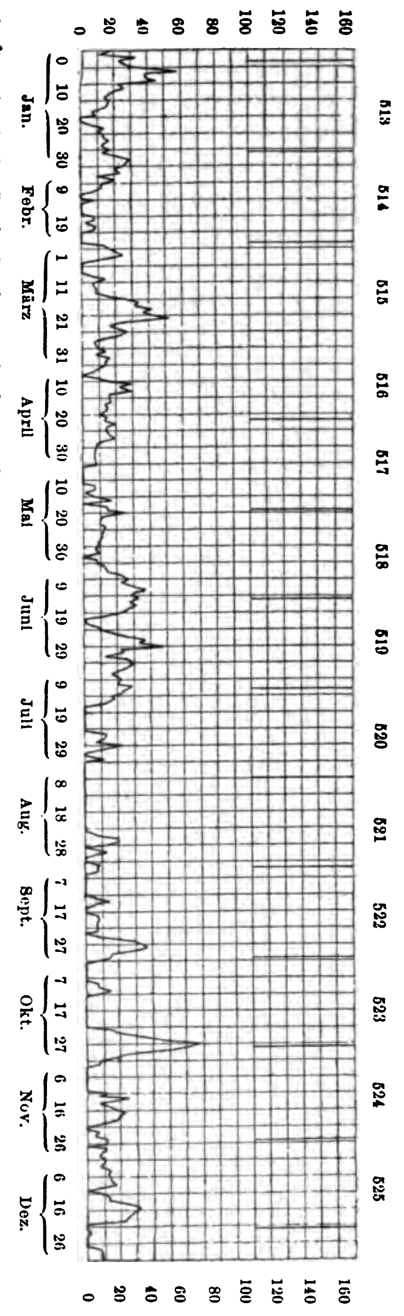
und zeigt somit gegenüber dem Vorjahre ($r = 26.7$) die für die Umgebung eines Minimums verhältnismässig starke Abnahme von 14.6 Einheiten. In noch stärkerem Grade hat die Zahl der fleckenfreien Tage zugenommen, nämlich von 39 auf 104. Die Bemerkung in Mitt. LXXXX, dass das Jahr 1898 eine durch ein starkes Wiederanwachsen der Thätigkeit in der zweiten Hälfte des Jahres veranlasste Anomalie im Gange der Fleckenhäufigkeit aufweise, und dass das Stationärbleiben des Jahresmittels von 1897 auf 1898 nicht etwa als Anzeichen von der unmittelbaren Nähe des Minimums zu betrachten sei, bestätigt sich also vollkommen. Liesse man das Jahresmittel von 1898 ausser Betracht, so würde die Verbindung desjenigen von 1899 mit dem von 1897 und den vorherhenden eine ganz regelmässig absteigende Fleckenkurve mit ebenso gleichmässig abnehmendem Gefälle ergeben, und nach ihrem Verlaufe zu schliessen, dürfte das bevorstehende Minimum sogar erst im Laufe von 1901 zu erwarten sein. Es geht dies auch daraus hervor, dass die die neue Thätigkeitsperiode einleitenden Flecken- und Fackelbildungen in hohen Breiten noch fast gänzlich fehlen, indem nach den Zürcher Beobachtungen bis jetzt — Mitte 1900 — nur ein einziger kleiner Fleck am 27. September 1899 in 37° heliographischer Breite beobachtet worden ist und auch Fackelgruppen in höheren Breiten nur ganz vereinzelt aufgetreten sind.

Der Verlauf des Fleckenphänomens im einzelnen innerhalb des Jahres wird durch die nebenstehende Kurve veranschaulicht, welche die täglichen Relativzahlen der Tab. I darstellt. Auffälligere

Erhebungen der Kurve treten nur noch vereinzelt auf, halten sich auf niederem Niveau und sind von kurzer Dauer; die erste fällt in den Januar, die zweite auf Mitte März, die dritte in den Juni, die vierte auf Ende Oktober. Anderseits sind Wiederholungen solcher sekundären Maxima je nach einer synodischen Sonnenrotation, also bei ungefähr derselben Rotationsphase der Sonne, zwar etwas weniger deutlich zu bemerken als in den letzten Jahren, aber immerhin nicht zu verkennen. In der Figur sind die aufeinanderfolgenden Rotationen durch vertikale, vom obern Rande ausgehende Striche abgegrenzt und nach Massgabe der in den „Publikationen der eidgen. Sternwarte“ befolgten Zählungsweise nummerirt. Diese Grenzlinien entsprechen den Epochen, zu denen der Anfangspunkt der heliographischen Normallängen je wieder in den Centralmeridian der Sonne fällt; die betreffenden Tage sind nachstehend mit den Nummern der durch sie abgegrenzten Rotationen angegeben.



Rot.	
513	Januar 3. — Januar 31.
514	Januar 31. — Februar 27.
515	Februar 27. — März 26.
516	März 26. — April 22.
517	April 22. — Mai 19.
518	Mai 19. — Juni 15.
519	Juni 15. — Juli 12..
520	Juli 12. — August 8.
521	August 8. — Sept. 4.



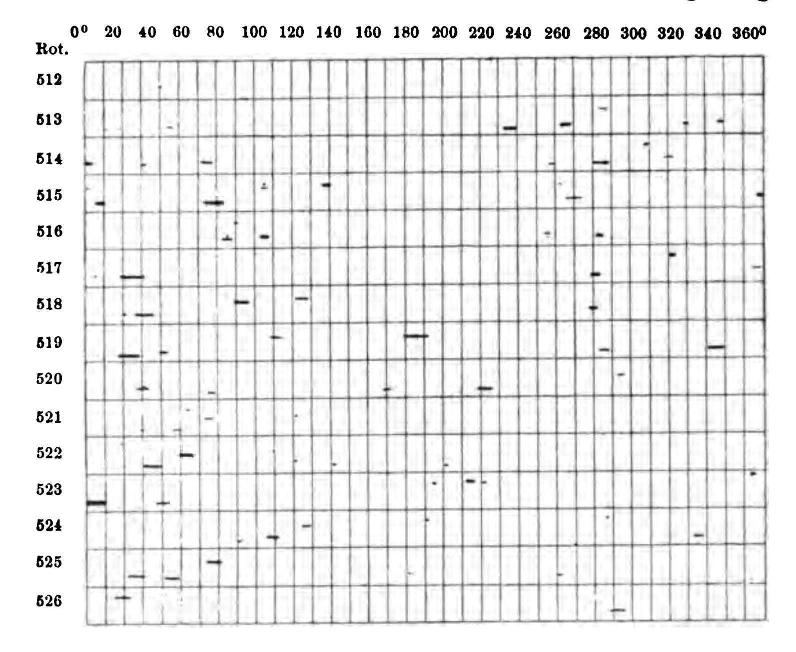
Rot.		Rot.	
522	September 4. — Oktober 1.	524	Oktober 28. — November 25.
523	Oktober 1. — Oktober 28.	525	November 25. — Dezember 22.

Man wird dann bemerken, dass der auf den Anfang von Rot. 513 fallenden Erhebung eine ebensolche, aber schwächere am Anfang von 514 folgt, und dieser eine dritte geringe am Anfang von 515; ferner dem Maximum am Ende von 515 eine schwächere Wiederholung gegen Ende von 516, der noch drei weitere, ebenfalls ziemlich geringe je am Ende von 517, 518 und 519 folgen; die beiden letzten sind durch ein etwas höher ansteigendes Maximum in der Mitte von 519 getrennt, das sich, stark vermindert, auch noch in Mitte von 520 wiederholt. Es folgt dann eine Periode von 22 fleckenfreien Tagen — die längste dieser Art seit dem letzten Maximum — worauf abermals eine Zunahme der Fleckenzahl beginnt, nämlich am Ende von 521, stärker wiederholt am Ende von 522, am stärksten am Schluss von 523; zwei geringere Maxima folgen diesem je gegen das Ende von 524 und 525.

Um nachzuweisen, wie diese Anordnung der sekundären Wellen mit den Verteilungsverhältnissen des Fleckenphänomens nach heliographischer Länge zusammenhängt, ist den Fleckenstatistiken der letzten Jahre jeweilen eine summarische Aufzählung und Beschreibung der wichtigeren Fleckengebiete nach Ort und Intensität beigefügt worden. Einfacher und anschaulicher erlangt man diese Uebersicht durch graphische Darstellung der Verteilung, wie sie das nachstehende Diagramm für 1899 giebt. Es ist darin für jede der auf 1899 fallenden Rotationsperioden 512—526 die Sonnenoberfläche je durch einen schmalen, in der Richtung der heliographischen Breite stark verkürzten horizontalen Streifen dargestellt und in diesem die Gesamtheit der in der betreffenden Periode nach unseren Sonnenaufnahmen und Ortsbestimmungen vorhandenen Fleckengruppen schematisch durch horizontale Striche eingetragen. Die Zahlen am linken Rande des Netzes bezeichnen die Nummer der Rotationsperiode, diejenigen am oberen Rande die im Sinne der Rotation gezählte heliographische Normallänge, so dass dem Centralmeridian successive abnehmende Normallängen entsprechen und der Anfang einer Rotationsperiode dem rechtsseitigen, ihr Schluss dem linksseitigen Ende entspricht. Die heliographische Breite der Flecken ist nur ungefähr berücksichtigt;

alle vorhandenen Gruppen mit Ausnahme des oben erwähnten Fleckes hoher Breite befanden sich in einem äquatoralen Gürtel, der sich etwa 15° nach beiden Seiten des Aequators hin erstreckte; Länge und Stärke der Striche deuten annähernd die Grösse der Gruppen an.

Die Figur zeigt, dass auch in diesem Jahre wiederum in gewissen Gebieten der Fleckenzone ausgesprochene und dauernde Anhäufungen von Fleckenbildungen stattfanden. Ein solches Gebiet lag während der Rotationen 513—515 in der Umgebung der



Normallänge 280°, und es sind ihm die oben erwähnten je zu Anfang der Rotationen 513, 514, 515 auftretenden sekundären Maxima zuzuschreiben. Von Rotation 515 an nahm die Thätigkeit an dieser Stelle mehr und mehr ab, begann dagegen in den kleinen Normallängen beträchtlich zu wachsen und erhielt sich in dieser Gegend, mit etwelchen Schwankungen in der Stärke, während des ganzen übrigen Teiles des Jahres; daher rühren die Maxima am Ende der Rotationen 515, 516, 517, 518 und 519. In Rot. 519 und 520 traten ferner in der Nähe der Normallänge 180° stärkere Neubildungen auf, die sich in den auf Mitte von Rot.

519 und 520 fallenden Maxima äusserten, aber Rot. 520 nicht überdauerten. Das vorher erwähnte Gebiet in den kleinen Normallängen zeigte dann in Rot. 520 und 521 etwas geringere, von Rot. 521 an wieder zunehmende Thätigkeit, deren stärkstes Symptom die am Schlusse der Rot. 523 in der Normallänge 5° entstandene weitaus grösste Gruppe des ganzen Jahres war; von hier an nahm die Thätigkeit in diesem Gebiete wieder ab und hielt sich bis zum Ende des Jahres auf nahe konstantem, verhältnismässig niederem Niveau. Diese ganze Thätigkeitsperiode an jener Stelle erscheint in der obigen Fleckenkurve durch die aufeinanderfolgenden Maxima je am Ende der Rotationen 521 bis 525, deren stärkstes Ende Oktober durch die eben erwähnte grosse Fleckengruppe erzeugt wurde, bezeichnet, während die je in der ersten Hälfte der genannten Rotationen bemerkbaren tiefen Minima dem Teil der Fleckenzone entsprechen, der in den Normallängen von 360—220° durch das ganze zweite Semester hindurch fast gänzlich fleckenfrei blieb.

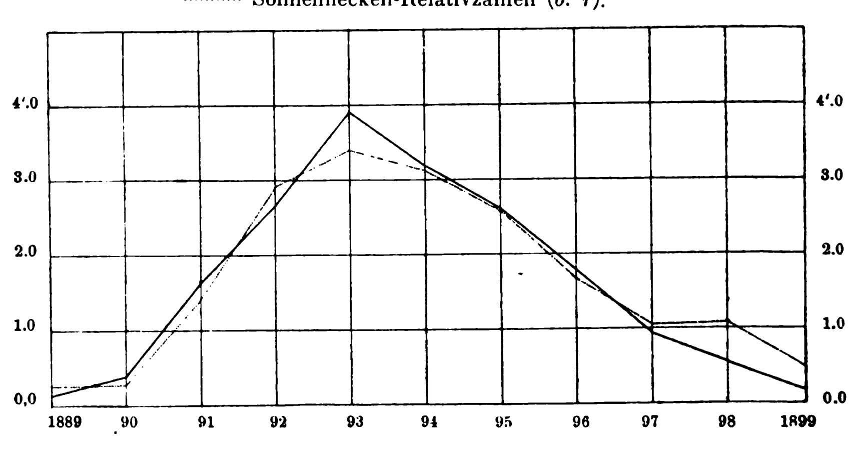
Das vorstehende bietet somit wieder neue Belege für die bei früheren Gelegenheiten oft hervorgehobene Thatsache, dass die Thätigkeit auch zu solchen Zeiten, wo sie verhältnismässig gering ist, und die einzelnen Fleckengruppen nur kurze Dauer haben, sich oft durch viele Monate hindurch auf ganz bestimmte, deutlich abgegrenzte Stellen der Fleckenzonen konzentriert. Das erste Semester des Jahres, nämlich die Rotationen 513—519, in welchen zwei solche Gebiete vorhanden waren, scheint ausserdem auch Anzeichen von der früher ebenfalls mehrfach erwähnten diametralen Gegenüberstellung solcher Gebiete zu enthalten, indem das eine von ihnen sich um den Meridian von 270°, das andere um denjenigen von etwa 70° herum erstreckt.

Tab. III giebt in gewohnter Form die Vergleichung des Ganges der Fleckenhäufigkeit mit jenem der magnetischen Deklinationsvariationen nach den Beobachtungen in Christiania, Prag und Mailand. Die früher in diese Vergleichung miteinbezogenen Wiener Beobachtungen fehlen diesmal, und bedauerlicherweise auch für die Zukunft, weil nach einer Mitteilung von Herrn Prof. Pernter die Anlage von elektrischen Bahnen in der Umgebung der Hohen Warte die Fortführung der magnetischen Beobachtungen daselbst zur Unmöglichkeit gemacht hat. Die Monats- und Jahresmittel

Vergleichung der Relativzahlen und magnet. Dekl.-Variationen. Tab. III.

1899	r	$\Delta v = 0{,}040 r$	v Christiania	Prag	Mailand	Mittel
Beob.	12.1	—	5'.32	6'.27	5'.45	5'.68
Berech.	—	0'.48	5.37	6.48	6.15	6.00
Diff.	—	—	—0.05	—0.21	—0.70	—0.32
1898	26.7	1.07	—0.43	—0.73	—0.58	—0.58
1897	26.2	1.05	+0.03	—0.20	—0.24	—0.10
1896	41.8	1.67	+0.04	+0.12	—0.27	—0.04
1895	64.0	2.56	—0.16	+0.11	+0.05	0.00
1894	78.0	3 12	+0.27	—0.11	+0.07	+0.08
1893	84.9	3.40	+0.87	+0.19	+1.07	+0.71
1892	73.0	2.92	—0.45	—0.27	—0.23	—0.32
1891	35.6	1.42	0.00	0.00	+0.22	+0.07
1890	7.1	0.28	+0.10	—0.12	+0.19	+0.06
1889	6.3	0.25	—0.06	—0.26	—0·25	—0.19
1898/99	dr	dv' Berech.	dv'' (Beob.)			Mittel
Jan.	—10.7	—0.43	—1'.58	—0'.63	—0'.45	—0.89
Febr.	—27.2	—1.09	+1.38	+0.71	—0.81	+0.43
März	—20.2	—0.81	—0.10	—0.24	+0.57	+0.08
April	— 0.3	—0.01	+2.07	+0.24	—0.79	+0.51
Mai	—18.1	—0.72	—1.24	—0.03	—1.98	—1.08
Juni	— 1.8	—0.07	—0.44	—0.59	—1.47	—0.83
Juli	+ 4.5	+0.18	—1.00	—0.41	—1.23	—0.88
Aug.	—28.5	—1.14	—0.45	+0.55	—1.02	—0.31
Sept.	—26.4	—1.06	+0.35	—0.41	—0.85	—0.30
Okt.	—21.4	—0.86	—0.41	—0.74	+0.02	—0.38
Nov.	—23.1	—0.92	+0.50	—0.05	+0.22	+0.22
Dez.	— 2.1	—0.08	—1.36	+0.73	—0.80	—0.48
Jahr	—14.6	—0.58	—0.21.	—0.07	—0.72	—0.33

——— Magnet. Deklinations-Variationen (v—a).
·········· Sonnenflecken-Relativzahlen (b. r).



der Variationen der drei ersteren Orte sind — nach gefl. brieflicher Mitteilung der Herren Proff. Schiaparelli, Geelmuyden und Weinek — unter Nr. 817—819 der Sonnenfleckenlitteratur angegeben.

Nach den für die drei Orte geltenden Variationsformeln:

$$v = 4'.89 + 0.040\ r \quad \text{Christiania}$$
$$v = 6.00 + 0.040\ r \quad \text{Prag}$$
$$v = 5.67 + 0.040\ r \quad \text{Mailand}$$

erhält man durch Einsetzen von $r = 12.1$ die in der zweiten Zeile der Tab. III enthaltenen „Berechneten Variationen“, welche von den beobachteten um die darunter stehenden „Diff.“ abweichen. Die Uebereinstimmung ist für Christiania und Prag ganz befriedigend, während Mailand eine noch etwas grössere Abweichung als im Vorjahre zeigt. Es liegt jedoch kein Grund zu der Annahme vor, dass dies mit den in Mitt. LXXXX, pag. 338 erwähnten schwierigeren Verhältnissen zusammenhänge, unter denen die magnetischen Beobachtungen in Mailand gegenwärtig ausgeführt werden müssen, sondern die Ursache liegt jedenfalls zum grössten Teil darin, dass der für alle obigen Stationen, auch für Mailand gemeinsam adoptierte Faktor 0.040 in den Variationsformeln sehr beträchtlich von dem Werte 0.047 abweicht, der nach den Untersuchungen von Herrn Dr. Rajna (vgl. Rendiconti del R. Istituto lombardo, Serie II, vol. XXVIII, 1895) für die Mailänder Variationen, für sich allein behandelt, gilt. Man ersieht dies daraus, dass die „Diff.“ für Mailand einen mit der Grösse der Relativzahl zusammenhängenden Gang zeigt und für das Maximumsjahr 1893 den grössten positiven, für das gegenwärtige, dem Minimum nahe liegende dagegen den grossen negativen Wert annimmt. In der That findet man nach der Rajna'schen Formel:

$$v = 5'.309 + 0.047\ r$$

für $r = 12.1$ $v = 5'.88$ Diff. Beob.-Berech. $= -0'.43$

also wesentlich kleiner als den Wert der Tabelle.

Der Mittelwert der Differenzen für die drei Orte stellt sich auf $-0'.32$; der Anschluss ist also in diesem Jahre wieder erheblich besser als für 1898. Zur Vergleichung sind die entsprechenden Differenzen für die vorangegangenen 10 Jahre beigefügt und zwar abweichend gegen früher, nunmehr nur noch für Christiania, Prag und Mailand; die Mittelzahlen der letzten Kolumne sind deshalb

von den in frühern Mitteilungen gegebenen etwas verschieden. Die der Tab. III beigefügte Figur stellt den Verlauf der Jahresmittel der Variationen und der Relativzahlen in der gewohnten Form graphisch dar; jedoch ist durch ein Versehen für die Jahre 1889—98 noch die frühere Mittelreihe der Variationen aus allen vier damals benutzten Stationen, statt nur aus den drei jetzt verwendeten aufgetragen und der Irrtum erst nach dem Drucke der Figur bemerkt worden; eine nennenswerte Entstellung der Verhältnisse entsteht indessen dadurch nicht.

Der zweite Teil der Tabelle III enthält die Vergleichung der Variationen und Relativzahlen für die einzelnen Monate, indem die Zunahmen $dv' = 0.040\ dr$ der Variationen den entsprechenden wirklich beobachteten Werten dv'' der letzteren gegenübergestellt sind. Die Uebereinstimmung lässt, selbst bei der Mittelreihe der dv'', wie im vorigen Jahre zu wünschen übrig; immerhin ist wenigstens bei der Mehrzahl der Monate Uebereinstimmung der Zeichen vorhanden. Dass in der zweiten Hälfte des Jahres von August bis November die beobachteten Abnahmen durchweg geringer sind als die aus den Relativzahlen berechneten, ist offenbar der damals auftretenden, bereits erwähnten Anomalie der Fleckenkurve, zu der eine entsprechende in der Variationskurve gänzlich fehlt, zuzuschreiben; aus demselben Grunde fällt auch das Jahresmittel der beobachteten Abnahme wesentlich kleiner als dasjenige der berechneten aus.

Als Fortsetzung der Sonnenfleckenlitteratur folgt hier die Zusammenstellung der einzelnen Beobachtungsreihen, welche der obigen Statistik des Jahres 1899 zu Grunde gelegt sind:

800) Alfred Wolfer, Beobachtungen der Sonnenflecken auf der Sternwarte in Zürich im Jahre 1899. (Forts. zu 777).

Instrument: Fernrohr von 8 *cm* Oeffnung mit Polarisationshelioskop und Okular von 64-facher Vergrösserung. * bezeichnet Beobachtungen mit dem Handfernrohr I.

1899		1899		1899		1899		1899		1899	
I 1	1.1 *	I 19	1.5	II 5	2.14	II 12	0.0	II 19	1.1	II 27	0.0
- 3	2.18	- 20	0.0	- 6	2.17	- 13	0.0	- 20	1.1	- 28	1.13
- 7	4.25	- 21	0.0	- 7	1.6	- 14	1.1	- 22	1.4	III 1	1.16
- 10	3.9?	- 23	2.4	- 8	2.14	- 15	0.0	- 23	1.1	- 2	2.14
- 16	2.6	- 30	2.9	- 9	1.11	- 16	0.0	- 24	0.0	- 3	2.22
- 17	2.5	II 1	2.14	- 10	1.10	- 17	0.0	- 25	0.0	- 4	1.9
- 18	1.2	- 4	2.22	- 11	1.3	- 18	0.0	- 26	0.0	- 5	0.0

1899		1899		1899		1899		1899		1899	
III 6	0.0	IV 27	2.11	VI 13	3.21	VII 29	3.8	IX 14	2.3	XI 1	1.3
- 7	0.0	- 28	1.8	- 14	2.26	- 30	2.4	- 15	0.0?	- 2	1.1
- 9	1.1	- 29	1.5	- 15	2.35	VIII 1	0.0*	- 16	0.0	- 3	0.0
- 10	2.3	- 30	1.3	- 16	3.15	- 2	1.1*	- 17	0.0	- 4	0.0
- 11	1.1	V 1	1.1	- 17	3.21	- 3	0.0*	- 18	1.1	- 5	0 0
- 13	1.5	- 2	1.1	- 18	3.13	- 4	0.0*	- 19	1.3	- 6	0.0
- 14	1.4	- 3	1.1	- 19	3.7	- 5	0.0*	- 20	1.1	- 7	0.0
- 15	2.7	- 4	1.1	- 20	2.5	- 6	0.0*	- 21	1.1	- 8	0.0
- 16	2.25	- 5	1.1	- 21	0.0	- 7	0.0*	- 22	1.1	- 9	0.0
- 17	1.47	- 6	0.0	- 23	1.1	- 8	0.0*	- 23	1.2	- 11	2.2
- 18	1.44	- 7	0.0	- 24	1.7	- 10	0.0*	- 25	1.5	- 12	1.2
- 19	3.40	- 8	0.0	- 25	1.17	- 12	0.0*	- 26	2.28	- 13	3.11
- 20	2.41	- 9	0.0	- 26	1.34	- 13	0.0*	- 27	2.39	- 14	1.2
- 21	2.51	- 10	0.0	- 27	1.52	- 14	0.0	- 28	2.41	- 16	2.10
- 22	3.57	- 11	0.0	- 28	1.45	- 15	0.0	- 29	2.37	- 17	2.19
- 23	3.16	- 12	1.1	- 29	2.59	- 16	0.0	- 30	2.7	- 18	2.13
- 24	2.8	- 13	1.2	VII 1	1.30	- 17	0.0	X 1	2.5	- 22	0.0
- 25	2.17	- 15	1.1	- 2	1.11	- 18	0.0	- 2	1.2	- 23	1.2
- 26	3.14	- 16	1.16	- 3	2.24	- 19	0.0	- 3	0.0	- 27	0.0*
- 27	3.9	- 17	0.0	- 4	3.19	- 20	0.0	- 4	0.0	- 28	1.1*
- 28	2.3	- 18	1.13	- 7	2.8	- 21	0.0	- 5	0.0	XII 3	1.1
- 29	1.1	- 20	3.12	- 8	2.14	- 22	0.0	- 8	0.0	- 4	2.2
- 30	1.4	- 21	1.1*	- 9	2 16	- 23	0.0	- 9	1.1	- 9	1.1
- 31	1.7	- 22	1.7	- 10	2.13	- 24	0.0	- 10	1.1	- 10	0.0
IV 2	1.4	- 23	1.6	- 11	2.29	- 25	1.1	- 11	2.5	- 11	1.1
- 3	2.7	- 24	1.11	- 12	2.21	- 26	3.3	- 12	1.4	- 12	1.2*
- 4	2.2	- 27	1.1*	- 13	2.18	- 27	3.3	- 14	0.0	- 13	1.2*
- 5	2.2	- 29	1.4	- 14	2.7	- 28	2 2	- 15	0.0	- 14	3.10
- 7	1.1	- 30	1.4	- 15	2.10	- 29	0.0	- 16	0.0	- 16	3.20
- 8	0.0	- 31	1.1	- 16	2.4	- 30	2.2	- 18	0.0	- 17	3.16
- 12	3.9	VI 1	1.5	- 17	0.0	- 31	1.1	- 19	0.0	- 18	3.12
- 13	3.19	- 2	0.0	- 18	0.0	IX 1	0.0	- 20	0.0	- 19	3.7
- 14	2.7	- 3	1.1	- 19	0.0	- 2	0.0	- 21	0.0	- 20	0.0
- 15	2.7	- 4	1.2	- 20	0.0	- 3	1.1	- 22	0.0	- 25	0.0*
- 16	2.8	- 5	1.10	- 21	0.0	- 4	1.2	- 23	1.15	- 26	0.0
- 17	2.3	- 6	1.13	- 22	0.0	- 5	1.1	- 24	1.22	- 27	0.0
- 18	2.5	- 7	1.15	- 23	0.0	- 6	0.0	- 25	2.40	- 28	1.2
- 21	2.5	- 8	2.19	- 24	0.0	- 7	0.0	- 26	2.62	- 29	1.4
- 23	3.4	- 9	3.14	- 25	0.0	- 8	0.0	- 27	3.83	- 30	1.4
- 24	2.3	- 10	2.18	- 26	1.11	- 9	0.0	- 28	3.74	- 31	1.2
- 25	2.3	- 11	2.7*	- 27	1.10	- 10	0.0	- 29	2.66		
- 26	2.7	- 12	4.22	- 28	1.1§	- 11	0.0	- 30	1.30		

801) Max Broger, Beobachtungen der Sonnenflecken auf der Sternwarte in Zürich im Jahre 1899. (Forts. zu 778.)

Instrument: Fernrohr von 8 *cm* Oeffnung mit 64-facher Vergrösserung und Polarisationshelioscop. * bezeichnet Beobachtungen mit einem Handfernrohr.

1899		1899		1899		1899		1899		1899	
1	2.12*	III 15	2.10	V 13	1.5	VII 8	3.27	VIII 28	0.0*	X 21	0.0
- 3	2.7	- 16	2.28	- 14	0.0	- 9	2.33	- 29	0.0*	- 22	0.0
- 7	3.25	- 17	1.33	- 15	0.0	- 10	2.29	- 30	0.0*	- 23	1.14
- 10	1.8	- 18	1.35	- 16	2.8	- 11	2.36	- 31	0.0*	- 24	1.27
- 12	1.8?	- 19	1.28	- 17	0,0	- 12	2.44	IX 1	0.0*	- 25	1.50
- 16	2.10	- 20	2.—	- 18	1.18	- 13	1.33	- 2	0.0*	- 26	2.74
- 17	2.13	- 21	2.46	- 19	1.20	- 15	2.18	- 3	0.0*	- 27	3.113
- 19	1.5	- 22	3.57	- 20	2.18	- 16	2.9	- 4	0.0*	- 28	3.94
- 20	0.0	- 23	3.31	- 22	1.6	- 17	0.0	- 5	0.0*	- 29	2.69
- 21	0.0	- 25	2.10*	- 23	1.7	- 18	0.0	- 6	0.0*	- 30	1.40
- 22	0.0	- 26	2.10*	- 24	1.16	- 19	0.0	- 7	0.0	XI 1	1.5
- 23	1.3	- 27	2.8 *	- 25	1.10	- 20	0.0	- 8	0.0	- 2	1.6
- 30	2.14	- 28	1.5 *	- 26	1.6	- 21	0.0	- 9	0.0	- 3	0.0
II 1	2.17	- 29	1.8 *	- 27	1.4	- 22	0.0	- 10	0.0	- 4	0.0
- 4	2.19	- 30	1.4 *	- 29	1.5	- 23	0.0	- 11	0.0	- 5	0.0
- 5	1.10	IV 2	1.4 *	- 30	1.5	- 24	0.0	- 14	1.3	- 6	0.0
- 6	1.17	- 3	2.13	- 31	1.4	- 25	0.0	- 15	1.3	- 7	0.0
- 7	1.13	- 4	2.10	VI 1	1.7	- 26	1.14	- 16	0.0	- 8	0.0
- 8	1.16	- 5	2.7	- 2	0.0	- 27	1.10	- 17	0.0	- 9	0.0?
- 9	1.13	- 7	1.4	- 3	0.0	- 28	2.11	- 18	1.2	- 11	1.4
- 10	1.12	- 8	0.0	- 4	1.7	- 29	1.6	- 19	1.7	- 12	1.5
- 11	1.6	- 12	3.20	- 5	2.16	- 30	2.10	- 20	1.3	- 13	2.14
- 12	0.0	- 13	3.29	- 6	1.17	- 31	0.0	- 21	0.0	- 14	1.18
- 13	0.0	- 14	2.10	- 7	1.28	VIII 1	1.3	- 22	0.0	- 16	1.18
- 14	0.0	- 15	2.17	- 8	2.20	- 2	1.3	- 23	0.0	- 17	2.23
- 15	0.0	- 16	2.16	- 9	2.22	- 3	1.3	- 24	0.0?	- 18	2.25
- 16	0.0	- 17	2.10	- 10	2.28	- 4	0.0	- 25	1.6?	- 21	0.0
- 17	0.0	- 18	3.14	- 11	2.27	- 5	1.3	- 26	2.26	- 22	0.0
- 18	0.0	- 21	2.10	- 12	4.30	- 6	0.0	- 27	2.41	- 27	0.0?
- 19	1.3	- 23	3.13	- 13	1.19	- 7	0.0	- 28	2.39	- 28	1.3
- 20	1.3	- 24	2.10	- 14	2.34	- 8	0.0	- 29	2.45	XII 3	1.3
- 22	1.9	- 25	2.8	- 15	2.49	- 10	0.0	- 30	2.20	- 4	1.3
- 23	1.2	- 26	2.14	- 16	2.25?	- 11	0.0	X 1	1.3	- 14	2.16
- 24	0.0	- 27	2.18	- 17	4.49	- 12	0.0*	- 2	0.0	- 16	4.15
- 26	0.0	- 28	1.16	- 18	3.26	- 13	0.0*	- 3	0.0	- 17	4.23
- 27	0.0	- 29	1.16	- 19	1.12	- 14	0.0*	- 4	0.0	- 18	4.23
- 28	1.10	- 30	1.11	- 20	1.5	- 15	0.0*	- 5	0.0	- 19	3.11
III 1	1.13	V 1	1.7	- 21	0.0 ?	- 16	0.0*	- 8	0.0	- 20	0.0*
- 2	1.13	- 2	1.8	- 23	1.4	- 17	0.0*	- 9	1.3	- 26	0.0*
- 3	2.26	- 3	1.5	- 24	1.7	- 18	0.0*	- 10	1.4	- 27	0.0*
- 4	1.15	- 4	1.4	- 25	1.15	- 19	0.0*	- 11	1.9	- 28	0.0*
- 6	0.0	- 5	1.3	- 26	1.54	- 20	0.0*	- 12	1.8	- 29	0.0*
- 7	0.0	- 6	0.0	- 27	1.56	- 21	0.0*	- 14	0 0	- 30	0.0*
- 8	0.0?	- 7	0.0	- 28	1.52	- 22	0.0*	- 15	0.0	- 31	0.0*
- 9	1.2	- 8	0.0	- 29	1.54	- 23	0.0*	- 16	0.0		
- 10	1.4	- 9	0.0	VII 1	1.45	- 24	0.0*	- 17	0.0		
- 11	0.0	- 10	0.0	- 3	2.43	- 25	0.0*	- 18	0.0		
- 13	1.5	- 11	0.0	- 4	3.23	- 26	0.0*	- 19	0.0		
- 14	1.7	- 12	1.3	- 7	3.24	- 27	0.0*	- 20	0.0		

802) Sonnenfleckenbeobachtungen von Herrn W. Winkler auf seiner Privatsternwarte in Jena. Briefliche Mitteilung. (Fortsetzung zu 779.)

Instrument: 4-zölliger Steinheil'scher Refraktor mit Polarisationshelioskop und 80-facher Vergrösserung. * Beobachtung am Züricher Fernrohr.

1899		1899		1899		1899		1899		1899	
I 1	2.7	III 2	1.3	IV 22	1.1	VII 4	1.5	IX 18	0.0	XI 3	0.0
- 5	4.10	- 4	1.4	- 23	2.4	- 6	2.4	- 19	0.0	- 4	0.0
- 6	5.13	- 5	0.0	- 24	2.3	- 8	1.1	- 21	0.0	- 5	0.0
- 7	5.14	- 6	0.0	- 26	2.5	- 10	2.9	- 22	0.0	- 6	0.0
- 8	4.18	- 7	0.0	- 27	1.6	- 11	2.12	- 23	0.0	- 7	0.0
- 10	3.11	- 10	0.0	- 28	1.9	- 12	2.15	- 24	0.0	- 11	0.0
- 11	1.10	- 11	0.0	- 29	1.5	- 13	2.10	- 25	0.0	- 13	1.5
- 12	1.14	- 12	0.0	- 30	1.2	- 15	2.5	- 26	3.13	- 15	1.2
- 14	1.10	- 13	0.0	V 1	1.1	- 16	1.1	- 27	3.19	- 16	1.7
- 15	1.6	- 14	0.0	- 2	1.1	- 17	0.0	- 28	3.19	- 19	1.1
- 16	2.9	- 15	1.3	- 3	1.1	- 18	0.0	- 29	3.20	- 21	0.0
- 17	1.11	- 16	1.12	- 7	0.0	- 19	0.0	- 30	2 6	- 22	0.0
- 19	0.0	- 17	1.14	- 8	0.0	- 20	0.0	X 1	0.0	- 26	1.1
- 20	0.0	- 19	1.14	- 10	0.0	- 21	0.0	- 2	0.0	XII 1	1.4
- 21	0.0	- 20	2.23	- 13	0.0	- 22	0.0	- 3	0.0	- 2	1.1
- 22	1.2	- 21	2.24	- 14	0.0	VIII 8	0.0*	- 4	0.0	- 3	1.1
- 23	1.1	- 23	2.21	- 15	0.0	- 15	0.0	- 5	0.0	- 4	0.0?
- 27	1.9	- 24	2.6	- 16	0.0	- 16	0.0	- 6	0.0	- 5	1.3
- 28	1.7	- 25	2 11	- 17	0.0	- 17	0.0	- 9	0.0	- 6	1.8
- 31	1.7	- 27	2.4	- 18	1.7	- 18	0.0	- 10	1.1	- 7	1.4
II 2	1.12	- 28	1.1	- 19	1.8	- 19	0.0	- 12	0.0	- 9	0.0
- 3	2.12	- 29	1.1	- 20	1.1	- 22	0.0	- 13	0.0	- 10	0.0
- 4	2.7	- 30	1.1	- 21	1.1	- 25	0.0	- 14	0.0	- 12	1.5
- 6	1.2	- 31	1.5	- 22	1.3	- 26	0.0	- 15	0.0	- 14	3.12
- 8	1.8	IV 1	1.4	- 23	1.3	- 27	0.0	- 16	0.0	- 18	3.13
- 9	1.7	- 2	1.4	- 24	1.3	- 28	0.0	- 17	0.0	- 20	0.0
- 10	2.7	- 3	2.2	VI 16	3.11	- 29	0.0	- 19	0.0	- 21	0.0
- 11	0.0?	- 5	2.2	- 17	4.15	- 30	0.0	- 20	0.0	- 23	0.0
- 12	0.0	- 7	2.2	- 18	3.7	- 31	0.0	- 21	0.0	- 25	0.0
- 13	0.0	- 8	0.0	- 19	3.4	IX 1	0.0	- 22	0.0	- 26	0.0
- 14	0.0	- 11	2.5	- 20	1.3	- 2	0 0	- 23	1.5	- 27	0.0
- 15	0.0	- 12	2.9	- 21	0.0	- 4	0.0	- 24	1.10	- 29	1.4
- 18	0.0	- 13	2.8	- 25	1.4	- 5	0.0	- 26	1.19	- 30	1.4
- 19	0.0	- 14	1.2	- 26	1.18	- 6	0.0	- 27	2.34		
- 22	1.3	- 15	1.4	- 27	1.14	- 7	0.0	- 28	3.33		
- 24	0.0?	- 16	1 3	- 28	1.18	- 10	0.0	- 29	1.18		
- 25	0.0	- 17	1.3	- 29	1.14	- 11	0.0	- 31	2.5		
- 27	0.0	- 18	1.1	- 30	1.7	- 14	0.0	XI 1	2.6		
- 28	0.0	- 21	0.0?	VII 1	1.15	- 17	0.0	- 2	0.0		

803) Sonnenflecken-Beobachtungen auf der Sternwarte in Kremsmünster im Jahre 1899; nach brieflicher Mitteilung von Herrn Professor Fr. Schwab, Direktor der Sternwarte. (Forts. zu 780).

Instrument: Plössl'sches Fernrohr von 58 *mm* Oeffnung und 40-facher Vergrösserung.

1899		1899		1899		1899		1899		1899	
I 7	5.18	III 18	2.17	VI 2	0.0	VII 23	0.0	IX 1	0.0	X 26	1.22
- 12	1.11	- 19	2.25	- 3	0.0	- 24	0.0	- 2	0.0	- 27	2.48
- 19	0.0	- 20	2.22	- 4	1.3	- 25	0.0	- 3	0.0	- 28	2.43
- 20	0.0	- 22	2.16	- 5	1.2	- 26	1.3	- 4	0.0	- 29	1.38
- 21	0.0	- 26	1.1	- 6	1.9	- 27	1.3	- 5	0.0	- 30	1.24
- 22	0.0	- 27	2.3	- 7	1.12	- 28	1.3	- 6	0.0	- 31	1.8
- 27	1.9	- 28	1.1	- 8	1.8	- 31	0.0	- 7	0.0	XI 1	1.5
- 31	0.0	- 29	1.1	- 9	1.6	VIII 1	0.0	- 8	0.0	- 2	1.2
II 2	2.11	- 30	1.1	- 10	2.13	- 2	0.0	- 9	0.0	- 3	0.0
- 4	1.6	IV 1	1.3	- 11	1.11	- 3	0.0	- 10	0.0	- 4	0.0
- 5	1.4	- 13	2.6	- 12	0.0	- 4	0.0	- 11	0.0	- 5	0.0
- 7	1.5	- 15	1.1	- 13	1.10	- 5	0.0	- 14	0.0	- 6	0.0
- 9	1.4	- 17	2.3	- 14	1.10	- 6	0.0	- 16	0.0	- 7	0.0
- 10	1.7	- 18	2.5	- 18	4.23	- 7	0.0	- 18	0.0	- 8	0.0
- 11	1.3	- 21	1.2	- 19	2.19	- 8	0.0	- 19	0.0	- 9	0.0
- 12	0.0	- 24	2.4	- 20	1.1	- 9	0.0	- 22	0.0	- 10	0.0
- 13	0.0	- 25	2.2	- 21	0.0	- 10	0.0	- 24	0.0	- 11	0.0
- 14	0.0	- 29	1.4	- 22	0.0	- 11	0.0	- 26	3.17	- 13	1.4
- 15	0.0	- 30	1.3	- 24	1.3	- 12	0.0	- 27	3.26	- 14	1.4
- 17	0.0	V 3	1.1	- 26	1.27	- 13	0.0	- 28	2.31	- 15	1.3
- 18	0.0	- 8	0.0	- 27	1.40	- 14	0.0	X 1	1.3	- 16	1.4
- 22	0.0	- 9	0.0	- 28	1.24	- 15	0.0	- 4	0.0	- 17	1.4
- 25	0.0	- 10	0.0	- 29	1.15	- 16	0.0	- 5	0.0	- 19	2.6
- 26	0.0	- 11	0.0	VII 1	1.22	- 17	0.0	- 8	0.0	- 24	0.0
- 27	0.0	- 12	0.0	- 3	1.7	- 18	0.0	- 9	0.0	- 25	1.5
- 28	1.3	- 13	1.1	- 4	1.5	- 19	0.0	- 10	0.0	- 26	1.2
III 3	1.14	- 14	0.0	- 9	3.12	- 20	0.0	- 11	2 4	- 29	1.2
- 4	1.12	- 15	0.0	- 10	3.16	- 21	0.0	- 14	0.0	XII 4	1.2
- 6	0.0	- 16	0 0	- 11	2.18	- 22	0.0	- 15	0.0	- 9	0.0
- 7	0.0	- 17	0.0	- 12	2.13	- 23	0.0	- 16	0.0	- 22	0.0
- 8	0.0	- 18	1.10	- 13	2.11	- 24	0.0	- 17	0.0	- 23	0.0
- 9	0.0	- 19	1.8	- 14	2.9	- 25	0.0	- 18	0.0	- 26	0.0
- 10	0.0	- 20	2.9	- 16	1.1	- 26	0.0	- 19	0.0	- 28	0.0
- 13	0.0	- 27	1.1	- 18	0.0	- 27	0.0	- 20	0.0	- 30	0.0
- 14	0.0	- 29	1.1	- 19	0.0	- 28	0.0	- 21	0.0		
- 15	1.4	- 30	1.1	- 20	0.0	- 29	0.0	- 22	0.0		
- 16	1.10	- 31	1.1	- 21	0.0	- 30	0.0	- 23	1.4		
- 17	2.18	VI 1	0.0	- 22	0.0	- 31	0.0	- 25	1.6		

Mit freiem Auge sichtbar die Gruppe am 27, 28. und 29. Juni.

804) Sonnenfleckenbeobachtungen von Herrn A. W. Quimby in Berwyn bei Philadelphia, Pennsylvania. Vgl. auch Astr. Journal Nr. 466 und 476. (Forts. zu 783.)

Zu den Beobachtungen diente ein 4½-zöll. Refraktor, bei den mit * bezeichneten ein 2⅞″ Handfernrohr.

1899		1899		1899		1899		1899		1899	
I 1	2.10	I 10	1.7	I 19	1.1	I 25	1.4	II 1	2.11	II 9	1.4
- 2	3.11	- 11	2.12	- 20	0.0	- 26	1.6	- 2	2 23	- 10	1.3
- 3	1.11	- 15	2.15	- 21	0.0	- 27	1.7	- 3	2.7	- 11	1.2
- 4	1.11	- 16	2.7	- 22	0.0	- 29	1.2	- 4	2.10	- 14	0.0
- 7	2.12	- 17	2.8	- 23	0.0	- 30	2.7	- 7	1.8	- 15	0.0
- 8	2.9	- 18	1.3	- 24	1.1	- 31	1.1	- 8	0.0	- 17	0.0

1899		1899		1899		1899		1899		1899	
II 18	0.0	IV 18	1.1	VI 8	2.5	VII 28	1.2	IX 16	0.0	XI 9	0.0
- 19	0.0	- 19	1.1	- 9	3.13	- 29	0.0	- 17	0.0	- 10	0.0
- 20	0.0	- 20	1.1	- 10	2.10	- 30	2.4	- 18	1.2	- 11	1.1
- 21	0.0	- 21	1.1	- 11	1.4	- 31	0.0	- 19	1.2	- 12	1.1
- 22	0.0	- 22	1.1	- 12	0.0	VIII 1	1.1	- 20	2.4	- 13	1.5
- 23	1.1	- 23	2.3	- 13	1.7	- 2	1.1	- 21	0.0	- 14	1.2
- 24	0.0	- 24	2.2	- 14	2.28	- 3	0.0	- 22	0.0	- 15	1.5
- 25	0.0	- 25	2.2	- 15	2.27	- 4	0.0	- 23	0.0	- 16	1.6
- 27	1.2	- 26	2.5	- 16	3.18	- 5	0.0	- 24	0.0	- 18	2.6
- 28	1.10	- 27	1.9	- 17	3.14	- 6	0.0	- 25	0.0	- 19	1.1
III 1	1.6	- 28	1.10	- 18	2.3	- 7	0.0	- 26	1.18	- 20	1.1
- 3	1.4	- 29	1.6	- 19	1.1	- 8	0.0	- 27	1.22	- 21	0.0
- 5	0.0	- 30	1.2	- 20	1.1	- 9	0.0	- 28	1.16	- 22	0.0
- 6	0.0	V 1	1.1	- 21	0.0	- 10	0.0	- 29	1.19	- 24	1.1
- 8	0.0	- 2	1.1	- 22	0.0	- 11	0.0	- 30	1.5	- 25	1.3
- 9	0.0	- 3	1.1	- 23	1.2	- 12	0.0	X 1	1.2	- 26	1.1
- 10	0.0	- 4	1.1	- 24	1.2	- 13	0.0	- 2	0.0	- 27	0.0
- 11	1.1	- 5	0.0	- 25	1.1	- 14	0.0	- 3	0.0	- 28	1.1
- 12	1.1	- 6	0.0	- 26	1.18	- 15	0.0*	- 4	0.0	- 29	1.1
- 13	1.2	- 7	0.0	- 27	1.27	- 16	0.0*	- 5	0.0	- 30	1.1
- 14	1.4	- 8	0.0	- 28	1.10	- 17	0.0	- 6	0.0	XII 1	1.3
- 16	1.10	- 9	0.0	- 29	1.22	- 18	0.0*	- 7	0.0	- 2	1.1
- 17	1.32	- 10	0.0	- 30	1.20	- 19	0.0	- 8	0.0	- 3	1.1
- 19	1.20	- 11	0.0	VII 1	2.22	- 20	0.0	- 9	1.3	- 4	2.4
- 20	2.38	- 12	0.0	- 2	2.14	- 21	0.0	- 10	1.2	- 5	1.5
- 21	2.20	- 13	0.0	- 3	2.22	- 22	0.0	- 11	1.4	- 6	1.7
- 23	3.6	- 14	0.0	- 4	3.29	- 23	0.0	- 12	1.1	- 7	1.3
- 24	3.7	- 15	0.0	- 5	2.9	- 24	0.0	- 13	0.0	- 8	1.4
- 26	3.8	- 16	0.0	- 6	1.2	- 25	0.0	- 14	0.0	- 9	0.0
- 27	2.4	- 17	0.0	- 7	2.5	- 26	0.0	- 15	0.0	- 10	0.0
- 29	1.1	- 19	0.0	- 8	1.2	- 27	1.1	- 16	0.0	- 11	0.0
- 30	1.5	- 20	1.2	- 9	2.12	- 28	1.1	- 17	0.0	- 12	2.5
- 31	1.2	- 21	1.2	- 10	2.12	- 29	0.0	- 18	0.0	- 13	2.7
IV 1	1.3	- 22	1.4	- 11	2.19	- 30	0.0	- 19	0.0	- 14	3.14
- 2	1.2	- 23	1.5	- 12	2.10	- 31	0.0	- 20	0.0	- 15	3.10
- 3	1.3	- 24	1.4	- 13	1.2	IX 1	1.1	- 21	0.0	- 16	3.9
- 4	2.3	- 25	1.4	- 14	2.7	- 2	0.0	- 22	0.0	- 17	3.13
- 5	2.2	- 26	1.5	- 15	2.5	- 3	0.0	- 23	1.4	- 18	2.7
- 6	1.2	- 27	1.1	- 16	1.1	- 4	0.0*	- 24	1.16	- 19	1.1
- 7	0.0	- 28	1.1	- 17	0.0	- 5	0.0*	- 25	1.23	- 20	1.1
- 8	0.0	- 29	1.1	- 18	0.0	- 6	0.0*	- 26	2.44	- 21	0.0
- 9	1.1	- 30	1.1	- 19	0.0	- 7	0.0*	- 27	2.58	- 22	0.0
- 10	1.2	- 31	1.4	- 20	0.0	- 8	0.0*	- 28	2.33	- 24	0.0
- 11	3.10	VI 1	1.1	- 21	0.0	- 9	0.0*	XI 2	1.1	- 25	0.0
- 12	3.8	- 2	0.0	- 22	0.0	- 10	0.0*	- 3	0.0	- 26	0.0
- 13	2.8	- 3	1.1	- 23	0.0	- 11	0.0*	- 4	0.0	- 27	0.0
- 14	2.2	- 4	1,5	- 24	0.0	- 12	0.0*	- 5	0.0	- 28	1.3
- 15	1.1	- 5	2.6	- 25	0.0	- 13	0.0*	- 6	0.0	- 29	1.6
- 16	1.1	- 6	1.5	- 26	1.8	- 14	0.0	- 7	0.0	- 30	1.4
- 17	2.3	- 7	1.3	- 27	1.4	- 15	0.0	- 8	0.0	- 31	1.1

805) Sonnenfleckenbeobachtungen von Herrn Pfarrer Dr. Max Maier in Schaufling (Bayern) (Forts. zu 782).

Instrument: Fernrohr von 7 *cm* Oeffnung und 60-facher Vergrösserung.

1899		1899		1899		1899		1899		1899	
I 9	4.18	II 5	3.12	IX 5	0.0	X 11	2.6	X 23	2.5	XI 5	0.0
- 22	1.2	- 11	1.3	- 28	2.24	- 15	0.0	- 26	2.36	XII 9	1.3
- 23	1.2	- 16	0.0	X 4	0.0	- 17	0.0	- 28	3.37	- 22	0.0
- 28	1.13	IX 2	0.0	- 6	0.0	- 19	0.0	XI 1	1.1	- 26	0.0
- 31	1.11	- 4	1.1	- 9	1.2	- 21	0.0	- 3	0.0		

Die Unterbrechung der Beobachtungen vom März an ist durch die Umarbeitung des Instrumentes veranlasst worden.

806) Beobachtungen der Sonnenflecken auf der Sternwarte in Catania. Briefliche Mitteilung von Herrn Professor A. Riccó, Direktor der Sternwarte. (Forts. zu 787).

Dio Beobachtungen sind wie bisher durch Herrn A. Mascari am Refraktor von 33 *cm* Oeffnung im projizierten Sonnenbilde von 57 *cm* Durchmesser ausgeführt worden.

1899		1899		1899		1899		1899		1899	
I 1	6.13	II 8	2.12	III 25	2.9	IV 30	1.3	VI 3	1.1	VII 7	3.13
- 2	2.10	- 9	1.9	- 26	2.8	V 1	1.2	- 4	1.3	- 8	3.17
- 4	3.21	- 10	1.5	- 27	3.3	- 2	1.1	- 5	1.5	- 9	2.20
- 5	3.8	- 11	1.3	- 28	2.3	- 3	1.1	- 6	1.21	- 10	2.21
- 6	5.27	- 12	0.0	- 29	1.1	- 4	1.1	- 7	1.22	- 11	2.22
- 7	3.20	- 13	0.0	- 30	1.3	- 5	1.1	- 8	2.12	- 12	2.18
- 8	3.16	- 15	0.0	- 31	1.5	- 6	0.0	- 9	3.14	- 13	2.23
- 9	4.19	- 16	0.0	IV 1	1.3	- 7	0.0	- 10	3.18	- 14	2.12
- 11	2.36	- 17	0.0	- 2	1.1	- 8	0.0	- 11	3.13	- 15	2.5
- 12	2.29	- 18	0.0	- 3	2.6	- 9	0.0	- 13	1.12	- 16	2.4
- 13	1.15	- 19	1.1	- 4	2.2	- 10	0.0	- 14	2.20	- 17	0.0
- 14	1.8	- 20	1.1	- 5	2.2	- 11	0.0	- 15	2.19	- 18	0.0
- 15	1.3	- 21	1.1	- 7	1.1	- 12	1.1	- 16	3.23	- 19	0.0
- 16	3.15	- 22	1.7	- 9	1.1	- 13	1.1	- 17	3.15	- 20	0.0
- 17	3.10	- 24	0.0	- 10	1.1	- 14	0.0	- 18	3.11	- 21	0.0
- 18	1.2	- 25	0.0	- 11	3.3	- 15	0.0	- 19	2.3	- 22	0.0
- 19	1.2	- 27	0.0	- 12	3.14	- 16	0.0	- 20	1.1	- 23	0.0
- 20	0.0	- 28	1.3	- 14	2.7	- 17	0.0	- 21	1.2	- 24	0.0
- 21	0.0	III 1	1.9	- 15	2.6	- 18	1.11	- 22	1.2	- 25	0.0
- 22	1.3	- 2	1.7	- 16	3.4	- 19	1.14	- 23	1.1	- 26	1.7
- 23	1.2	- 3	1.9	- 17	2.2	- 20	3.19	- 24	1.3	- 27	1.6
- 24	1.7	- 4	1.7	- 18	2.2	- 21	2.8	- 25	1.11	- 28	1.6
- 25	1,6	- 5	1.5	- 19	2.2	- 22	1.6	- 26	1.23	- 29	3.7
- 26	1.5	- 6	0.0	- 20	2.2	- 23	1.3	- 27	1.24	- 30	2.4
- 28	1.8	- 15	1.4	- 21	2.6	- 24	1.11	- 28	1.52	- 31	1.2
- 29	1.13	- 16	1.23	- 22	1.1	- 25	1.5	- 29	1.35	VIII 1	1.2
- 30	2.20	- 17	1.29	- 23	2.2	- 26	1.5	- 30	1.31	- 2	1.3
- 31	1.6	- 18	1.31	- 24	2.2	- 27	1.1	VII 1	1.23	- 3	1.3
II 1	2.16	- 19	1.26	- 25	2.2	- 28	1.1	- 2	2.17	- 4	0.0
- 2	2.7	- 20	2.39	- 26	2.6	- 29	1.4	- 3	2.20	- 5	0.0
- 3	2.9?	- 21	2.34	- 27	2.8	- 30	1.5	- 4	3.10	- 6	0.0
- 4	2.21	- 22	3.39	- 28	1.9	- 31	1.4	- 5	4.10	- 7	0:0
- 5	2.16	- 23	3.15	- 29	1.7	VI 1	1.2	- 6	3.14	- 8	0.0

1899		1899		1899		1899		1899		1899	
VIII 9	0.0	VIII 30	2.4	IX 21	1.1	X 12	1.3	XI 7	0.0	XII 5	1.2
- 10	0.0	- 31	1.6	- 22	1.2	- 13	0.0	- 8	0.0	- 6	1.9
- 11	0.0	IX 1	0.0	- 23	0.0	- 14	0.0	- 9	0.0	- 7	1.11
- 12	0.0	- 2	0.0	- 24	0.0	- 15	0.0	- 10	0.0	- 8	2.8
- 13	0.0	- 3	0.0	- 25	1.4	- 16	0.0	- 11	2.2	- 9	1.1
- 14	0.0	- 4	1.3	- 26	2.9	- 17	0.0	- 12	2.2	- 10	0.0
- 15	0.0	- 5	0.0	- 27	2.35	- 18	0.0	- 14	1.10	- 11	0.0
- 16	0 0	- 6	0.0	- 28	2.30	- 22	0.0	- 15	1.7	- 12	1.3
- 17	0.0	- 7	0.0	- 29	2.27	- 23	1.7	- 19	2.5	- 15	3.12
- 18	0.0	- 8	0.0	- 30	2.19	- 24	1.13	- 20	1.1	- 16	3.16
- 19	0.0	- 10	0.0	X 1	2.8	- 25	1.18	- 21	0.0	- 18	3.19
- 20	0.0	- 11	0.0	- 2	1.4	- 26	2.34	- 22	0.0	- 19	3.11
- 21	0.0	- 12	0.0	- 3	0.0	- 28	3.46	- 24	1.5	- 23	1.2
- 22	0.0	- 13	1.1	- 4	0.0	- 29	2.42	- 25	1.5	- 25	0.0
- 23	0.0	- 14	0.0	- 5	0.0	- 30	2.34	- 26	1.2	- 26	0.0
- 24	0.0	- 15	1.1	- 6	0.0	- 31	1.17	- 28	2.4	- 28	1.2
- 25	1.6	- 16	0.0	- 7	0.0	XI 1	1.16	- 29	1.1	- 29	1.5
- 26	2.2	- 17	0.0	- 8	0.0	- 2	1.2	- 30	1.1	- 30	1.4
- 27	2.4	- 18	0.0	- 9	1.1	- 3	0.0	XII 2	1.1		
- 28	2.2	- 19	1.3	- 10	1.1	- 5	0.0	- 3	1.1		
- 29	0.0	- 20	1.1	- 11	1.3	- 6	0.0	- 4	1.1		

807) Beobachtungen der Sonnenflecken auf der Sternwarte des Collegio romano (Memorie della società degli spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura dei Prof. P. Tacchini ed A. Riccó. (Forts. zu 781.)

Die nachstehenden, von Herrn Prof. Tacchini mitgeteilten Fleckenzahlen sind je die Summen der in den „Memorie" getrennt aufgeführten „macchie" und „fori".

1899		1899		1899		1899		1899		1899	
I 1	2.5	I 27	1.5	II 20	0.0	III 18	1.6	IV 11	3.3	V 10	0.0
- 2	3.13	- 28	1.3	- 21	0.0	- 19	1.15	- 13	3.6	- 12	0.0
- 3	2.11	- 29	1.4	- 22	1.5	- 20	2.18	- 14	2.5	- 13	0.0
- 4	3.9	- 30	1.3	- 23	1.3	- 21	2.15	- 16	2.4	- 17	0.0
- 5	3.5	- 31	1.6	- 24	0.0	- 24	3 4	- 17	3.5	- 18	1.4
- 6	4.9	II 1	2.8	- 25	0.0	- 25	2.6	- 18	3.5	- 19	1.5
- 7	4.10	- 2	3.12	- 26	0.0	- 26	3.6	- 19	2.2	- 20	2.5
- 9	4.17	- 3	2.12	- 27	1.2	- 27	3.5	- 20	1.1	- 21	1.3
- 11	2.9	- 4	2.9	- 28	1.4	- 28	2.2	- 21	1.1	- 22	1.3
- 12	1.7	- 5	3.10	III 1	1.5	- 29	1.1	- 22	2.3	- 23	1.5
- 13	1.7	- 7	1.5	- 2	1.3	- 30	1.1	- 23	2.2	- 24	1.6
- 14	1.2	- 8	1.7	- 3	1.8	- 31	1.3	- 24	2.5	- 25	1.3
- 15	1.1	- 9	1.5	- 4	1.5	IV 1	1.3	- 27	1.8	- 27	1.2
- 16	3.7	- 10	1.5	- 6	0.0	- 2	1.3	- 28	1 5	- 28	1.2
- 17	2.4	- 13	0.0	- 7	0.0	- 3	2.4	- 29	1.4	- 30	1.1
- 18	1.2	- 14	0.0	- 11	1.1	- 5	2.3	- 30	1.2	- 31	0.0
- 19	1.2	- 15	0.0	- 13	1.2	- 6	1.1	V 1	1.2	VI 2	0.0
- 20	0.0	- 16	0.0	- 14	1.3	- 7	1.1	- 2	1.2	- 3	1.1
- 24	1.2	- 17	0.0	- 15	2.6	- 8	0.0	- 3	1.2	- 4	1.2
- 25	1.3	- 18	0.0	- 16	1.8	- 9	1.1	- 5	0.0	- 5	1.4
- 26	1.5	- 19	0.0	- 17	1.9	- 10	1.1	- 9	0.0	- 6	1.5

1899		1899		1899		1899		1899		1899	
VI 7	1.7	VII 13	2.7	VIII 15	0.0	IX 15	0.0	X 21	0.0	XI 25	1.3
- 8	1.5	- 15	2.3	- 16	0.0	- 16	0.0	- 22	0.0	- 26	1.2
- 9	1.4	- 16	1.1	- 18	0.0	- 18	0.0	- 23	1.4	- 27	1.1
- 10	1.5	- 17	0.0	- 19	0.0	- 19	1.2	- 25	1.11	- 28	0.0
- 12	1.2	- 18	0.0	- 20	0.0	- 20	1.1	- 26	2.15	- 29	1.3
- 13	1.4	- 19	0.0	- 22	0.0	- 21	0.0	- 28	3.24	- 30	1.3
- 15	2.18	- 20	0.0	- 23	0.0	- 22	1.4	- 29	2.33	XII 1	1.4
- 16	2.9	- 21	0.0	- 24	0 0	- 24	0.0	- 30	2.12	- 2	1.3
- 18	2.4	- 22	0.0	- 25	0.0	- 25	1.3	- 31	1.5	- 3	1.2
- 19	1.4	- 23	0.0	- 26	0.0	- 26	2.6	XI 1	1.2	- 4	1.2
- 20	1.2	- 25	0.0	- 27	0.0	- 27	2.14	- 2	1.2	- 5	1.3
- 25	1.6	- 26	1.5	- 28	0.0	- 28	2.18	- 3	0.0	- 6	1.5
- 26	1.17	- 27	1.4	- 29	0.0	- 29	2.22	- 4	0.0	- 7	1.4
- 27	1.21	- 28	1.1	- 30	1.5	- 30	4.20	- 5	0.0	- 8	1.4
- 28	1.18	- 29	1.3	- 31	0.0	X 1	2.7	- 7	0.0	- 11	1.2
- 29	1.17	- 30	0.0	IX 1	0.0	- 2	2.6	- 8	0.0	- 12	1.2
- 30	1.12	- 31	0.0	- 2	0.0	- 3	0.0	- 10	0.0	- 13	2.6
VII 1	1.12	VIII 1	0.0	- 3	0.0	- 4	0.0	- 12	1.1	- 16	3.8
- 2	2.13	- 2	0.0	- 4	0.0	- 5	0.0	- 13	1.4	- 17	3.8
- 3	2.11	- 3	0.0	- 5	0.0	- 6	0 0	- 14	1.5	- 18	4.9
- 4	3.11	- 4	0.0	- 6	0.0	- 7	0 0	- 15	1.5	- 20	1.2
- 5	3.7	- 5	0.0	- 7	0.0	- 8	0.0	- 16	1.5	- 21	0.0
- 6	3.14	- 6	0.0	- 8	0.0	- 9	1.1	- 17	1.4	- 22	0.0
- 7	3.7	- 7	0.0	- 9	0.0	- 10	1.1	- 18	2.9	- 24	0.0
- 8	1.5	- 9	0.0	- 10	0.0	- 11	2.3	- 20	1.2	- 26	0.0
- 9	2.10	- 10	0.0	- 11	0.0	- 14	0.0	- 21	0.0	- 28	1.4
- 10	2.8	- 11	0.0	- 12	0.0	- 16	0.0	- 22	0.0	- 29	1.3
- 11	2.11	- 12	0.0	- 13	0.0	- 17	0.0	- 23	0.0	- 30	1.5
- 12	2.9	- 14	0.0	- 14	0.0	- 20	0.0	- 24	0.0	- 31	1.1

808) Sonnenfleckenbeobachtungen auf dem astrophysikalischen Observatorium in Ogyalla. Aus „Beobachtungen, angestellt am kgl. ungar. meteorologisch-magnetischen Centralobservatorium in Ogyalla“, herausgegeben vom Direktor, Herrn Dr. N. v. Konkoly. (Forts. zu 785).

1899		1899		1899		1899		1899		1899	
I 3	1.10	III 14	0.0	IV 22	1.1	VI 1	1.1	VI 29	1.5	VII 26	1.2
- 5	1.7	- 15	0.0	- 24	2.2	- 3	0.0	- 30	1.5	- 27	1.2
- 6	4.14	- 16	1.8	- 25	2.2	- 4	1.2	VII 1	0 0	- 28	1.1
- 7	4.17	- 18	1.5	- 29	5.1	- 5	1.4	- 4	2.4	- 29	0.0
- 10	1.2	- 19	1.7	V 7	0.0	- 6	1.5	- 8	1.2	VIII 1	0.0
- 11	1.7	- 22	2.11	- 11	0.0	- 7	1.6	- 9	1.2	- 5	0.0
- 20	0.0	- 26	3.3	- 12	1.1	- 8	1.5	- 10	2.3	- 6	0.0
- 21	0.0	- 27	3.3	- 13	1.1	- 9	2.4	- 12	2.5	- 7	0 0
- 22	0.0	- 28	1.1	- 14	1.1	- 16	1.3	- 14	2.3	- 8	0.0
- 27	1.3	- 31	1.1	- 16	0.0	- 17	1.4	- 15	2.3	- 14	0.0
III 4	1.3	IV 1	1.1	- 18	1.3	- 19	1.1	- 16	2.2	- 15	0.0
- 6	0.0	- 3	2.2	- 21	1.1	- 20	1.1	- 20	0.0	- 16	0.0
- 8	0.0	- 7	1.1	- 25	1.4	- 21	0.0	- 21	0.0	- 17	0.0
- 9	0-0	- 16	2.2	- 27	1.1	- 24	1.2	- 22	0.0	- 18	0.0
- 10	0.0	- 17	2.2	- 30	1.1	- 25	1.2	- 23	0.0	- 25	0.0
- 13	0.0	- 20	1.1	- 31	1.1	- 26	1.8	- 24	0.0	- 26	0.0

1899		1899		1899		1899		1899		1899	
VIII 27	0.0	IX 14	0.0	X 2	0.0	X 20	0.0	XI 8	0.0	XII 4	0.0
- 28	0.0	- 15	0.0	- 3	0.0	- 21	0.0	- 10	0.0	- 6	1.1
- 29	0.0	- 16	0.0	- 5	0.0	- 22	0.0	- 11	0.0	- 7	1.1
- 30	0.0	- 18	0.0	- 8	0.0	- 23	1.2	- 16	2.4	- 8	3.4
- 31	0.0	- 20	0.0	- 9	0.0	- 24	1.4	- 19	2.2	- 9	0.0
IX 2	0.0	- 22	0.0	- 10	1.2	- 28	2.22	- 21	0.0	- 20	0.0
- 4	0.0	- 25	0.0	- 13	0.0	- 29	3.25	- 26	1.1	- 21	0.0
- 5	0.0	- 26	2.6	- 15	1.3	- 30	1.14	- 28	0.0	- 22	0.0
- 8	0.0	- 27	2 10	- 16	0.0	XI 4	0.0	- 29	0.0	- 23	0.0
- 9	0.0	- 28	2.19	- 17	0.0	- 5	0.0	- 30	0.0	- 29	1.3
- 10	0.0	- 30	2.9	- 19	0.0	- 6	0.0	XII 1	0.0		

809) Beobachtungen der Sonnenflecken auf der Sternwarte in Jurjew im Jahre 1899. Briefliche Mitteilung von Herrn Prof. Lewitzky, Direktor der Sternwarte. (Forts. zu 786.)

Die Beobachtungen sind teils von Herrn Scharbe, Assistent der Sternwarte, teils durch Herrn Observator Pokrowsky, an vereinzelten Tagen von Herrn stud. W. Block an einem Fernrohr von 8 *cm* Oeffnung im projizierten Sonnenbilde von 20 *cm* Durchmesser ausgeführt worden und den Beobachtern entsprechend durch die Buchstaben *P*, *S* und *B* von einander unterschieden. Ein beigesetzter * bedeutet, dass die Zählungen auf photographischen Aufnahmen der Sonne beruhen.

1899		1899		1899		1899		1899		1899	
I 24	1.1 S	III 26	3.6 S	V 20	2.9 S	VII 13	2.10*	VIII 6	0.0 S	IX 28	2.29S
- 25	1.8 S	- 28	2.2 S	- 23	1.4 S	- 14	2.7 *	- 7	0.0 S	- 29	2.22S
- 28	1.9 S	IV 3	2.5 S	- 30	1.2 S	- 15	2.5 *	- 8	0.0 S	X 1	2.6 S
- 31	2.15S	- 9	1.2 S	VI 4	1.2 S	- 16	2.2 *	- 11	0.0 S	- 6	0.0 S
II 3	2.17S	- 18	3.5 S	- 8	2.8 S	- 17	0.0 P	- 13	0.0 S	- 9	1.1 S
- 6	2.11S	- 19	2.3 S	- 16	3.20P	- 18	0.0 B	- 14	0.0 S	- 11	1.6 S
- 8	1.8 S	- 20	1.1 S	- 17	3.14P	- 20	0.0 B	- 15	0.0 S	- 21	0.0 S
- 23	1.2 S	- 29	1.6 S	- 27	1.21P	- 22	0.0 B	- 19	0.0 S	- 22	0.0 S
- 24	0.0 S	- 30	1.3 S	- 28	1.21P	- 23	0.0 B	- 20	0.0 B	- 31	1.13S
- 27	1.2 S	V 5	0.0 S	VII 1	1.6 B	- 25	0.0 B	- 21	0.0 S	XI 3	0.0 S
III 1	1.10S	- 6	0.0 S	- 2	2.11*	- 26	1.3 *	- 22	0.0 B	- 18	2.10S
- 5	0.0 S	- 7	0.0 S	- 3	2.24*	- 27	1.3 *	- 24	0.0 S	- 21	0.0 S
- 8	0.0 S	- 8	0.0 S	- 5	2.4 *	- 29	0.0 B	- 31	1.1 S	- 22	0.0 S
- 9	0.0 S	- 9	0.0 S	- 6	2.8 *	- 31	0.0 S	IX 5	0.0 S	- 23	0.0 S
- 10	0.0 S	- 10	0.0 S	- 7	2.6 *	VIII 1	1.1 S	- 7	0.0 S	XII 4	2.4 S
- 14	1.5 S	- 14	0.0 S	- 8	1.7 *	- 2	1.1 S	- 8	0.0 S	- 8	2.7 S
- 16	1.12S	- 15	0.0 S	- 9	2.10*	- 3	1.1 S	- 19	1.3 S	- 20	2.2 S
- 24	3.4 S	- 17	0.0 S	- 11	2.13*	- 4	0.0 S	- 22	0.0 S	- 29	1.3 B
- 25	2.8 S	- 19	1.13S	- 12	2.13*	- 5	1.1 S	- 26	2.17S		

810) Observations of sunspots, made at the Boston University observatory by A. J. Oliver, J. J. Ryan and W. A. Coit, students in Astronomy. (Astron. Journal Nr. 466.) (Forts. zu 784).

Instrument: 7-zölliger Refraktor; Vergröss. 55.

1898		1898		1898		1899		1899		1899	
IX 26	1.5	X 25	3.17	XII 7	2.18	I 10	2.7	II 28	1.1	IV 6	1.2
- 27	2.9	- 27	4.27	- 8	1.16	- 11	2.10	- 24	0.0	- 7	1.2
- 29	2.14	- 28	4.30	- 9	1.6	- 12	1.13	- 28	1.4	- 8	0.0
- 30	3.56	XI 1	4.24	- 13	1.3	- 17	2.8	III 6	0.0	- 10	3.4
- 31	3.49	- 2	5.46	- 14	0.0	- 18	1.2	- 7	0.0	- 11	3.9
X 3	3.42	- 3	5.46	- 15	0.0	- 19	1.2	- 8	0 0	- 13	2.11
- 4	3.19	- 4	3.47	- 16	2.3	- 20	1.1	- 10	0.0	- 14	1.2
- 6	4.16	- 7	3.26	- 19	1.4	- 23	1.3	- 13	1.5	- 17	3.7
- 7	3.28	- 9	2.25	- 22	1.3	- 25	1.8	- 16	1.9	- 18	3.5
- 10	2.14	- 11	2.9	- 23	1.4	- 27	1.9	- 24	2.3	- 20	1.1
- 11	2.14	- 16	1.6	- 30	2.15	- 30	2.7	- 27	2.3	- 24	2.2
- 12	2.12	- 21	1.5			II 1	2.9	- 29	2.3	- 25	1.4
- 13	2.8	- 25	1.1	**1899**		- 2	2.7	- 30	1.2	- 27	2.10
- 17	2.4	- 29	2.6	I 2	3.23	- 6	1.6	IV 3	2.6	- 28	1.16
- 20	1.5	XII 2	2.5	- 4	1.10	- 10	1.3	- 4	1.5	V 1	1.2
- 24	1.11	- 6	2.7	- 7	2.11	- 22	1.1	- 5	1.4		

811) Sonnenfleckenbeobachtungen von Herrn Herm. Kleiner in Zobten im Jahre 1899. Briefliche Mitteilung.

Instrument: Fernrohr von 3½" Oeffnung; projiziertes Sonnenbild von 30 cm Durchmesser.

1899		1899		1899		1899		1899		1899	
II 12	0.0	V 19	1.10	VIII 7	0.0	IX 3	0.0	X 4	0.0	XI 7	0.0
- 14	0.0	- 28	1.1	- 8	0.0	- 4	1.2	- 7	0.0	- 8	0.0
- 15	0.0	- 29	1.1	- 9	0.0	- 5	0.0	- 8	0.0	- 19	0.0
- 18	0.0	- 30	0.0	- 10	0.0	- 6	0.0	- 9	1.1	- 11	0.0
III 2	1.2	VI 2	0.0	- 11	0.0	- 7	0.0	- 10	1.1	- 25	1.5
- 3	1.5	- 3	0.0	- 13	0.0	- 9	0.0	- 11	1.3	- 20	1.1
- 6	0.0	- 25	1.6	- 14	0.0	- 13	1.1	- 12	1.1	- 21	1.2
- 9	0.0	VII 10	2.32	- 15	0.0	- 14	1.1	- 14	0.0	- 25	1.2
- 11	0.0	- 11	2.16	- 16	0.0	- 16	0.0	- 15	0.0	- 6	1.1
- 12	1.1	- 18	0.0	- 17	0.0	- 17	0.0	- 16	0.0	XII 1	1.1
- 13	1.2	- 19	0.0	- 18	0.0	- 18	1.1	- 17	0.0	- 5	1.2
- 14	0.0	- 20	0.0	- 19	0.0	- 19	1.2	- 20	0.0	- 7	1.3
IV 7	1.1	- 21	0.0	- 20	0.0	- 20	0.0	- 21	0.0	- 8	1.2
- 9	1.1	- 22	0.0	- 21	0.0	- 21	0.0	- 23	2.5	- 12	1.2
- 10	1.1	- 23	0.0	- 22	0.0	- 22	0.0	- 24	1.9	- 14	3.8
- 13	1.1	- 24	0.0	- 23	0.0	- 24	2.2	- 25	1.8	- 19	1.1
- 15	1.1	- 27	2.4	- 24	0.0	- 25	1.2	- 26	2.15	- 20	0.0
- 16	1.1	- 28	2.3	- 25	0.0	- 26	3.8	- 27	3 18	- 21	0.0
- 21	0.0	- 30	0.0?	- 26	3.3	- 27	2.18	- 29	2.29	- 23	0.0
- 24	2.2	- 30	1.1	- 27	3.3	- 28	2.17	- 30	1.15	- 25	0.0
- 25	2.2	- 31	1.1	- 28	1.1	- 30	2.5	XI 1	1.1	- 26	0.0
V 7	0.0	VIII 3	0.0	- 29	0.0	X 1	1.3	- 2	1.1	- 27	0.0
- 14	0.0	- 5	0.0	- 30	2.-	- 2	0.0	- 3	0.0	- 29	1.3
- 17	0.0	- 6	0.0	- 31	0.0	- 3	0.0	- 6	0.0		

812) Sonnenfleckenbeobachtungen von Herrn W. Woinoff in Moskau im Jahre 1899. Briefliche Mitteilung. (Forts. zu 791.)

Instrument: Fernrohr von 8 *cm* Oeffnung mit 124-facher Vergrösserung; projiziertes Sonnenbild von ca. 30 *cm* Durchmesser.

1899		1899		1899		1899		1899		1899	
IV 6	1.1	V 24	1.4	VIII 2	1.1	VIII 14	0.0	IX 22	1.1	IX 30	2.13
- 9	1.1	- 29	1.1	- 3	1.1	- 17	0.0	- 23	0.0	X 1	2.4
- 26	2.5	VI 5	1.6	- 5	0.0	- 31	0.0	- 24	0.0	- 2	1.1
- 27	1.7	- 12	4.4	- 7	0.0	IX 10	0.0	- 25	0.0	- 3	0.0
- 29	1.6	- 26	1.19	- 10	0.0	- 18	0.0	- 27	2.13		
V 4	1.1	- 27	1.19	- 11	0.0	- 21	0.0	- 28	2.14		

813) Sonnenfleckenbeobachtungen von Fräulein Aline Freyberg in St. Petersburg im Jahre 1899. Briefliche Mitteilung. (Forts. zu 793.)

Instrument: Fernrohr von 3" Oeffnung und 100-facher Vergrösserung; projiziertes Sonnenbild von 50 *cm* Durchmesser.

1899		1899		1899		1899		1899		1899	
II 23	0.0	IV 6	1.1	V 15	2.7	VIII 1	0.0	IX 28	2.19	XI 4	0.0
- 28	1.3	- 9	1.1	- 19	1.5	- 5	0.0	- 29	2.36	- 6	0.0
III 2	1.10	- 12	2.11	- 20	1.1	- 12	0.0	X 3	0.0	- 21	0.0
- 5	0.0	- 16	2.4	- 27	0.0	- 14	0.0	- 6	0.0	- 23	0.0
- 6	0.0	- 21	1.1	VI 4	1.7	IX 2	0.0	- 9	1.1	- 29	1.1
- 7	0.0	- 25	2.2	- 11	2.14	- 9	0.0	- 11	1.3	XII 6	0.0
- 9	0.0	- 28	1.15	VII 21	0.0	- 10	0.0	- 13	0.0	- 14	2.5
- 20	2.29	- 30	1.4	- 22	0.0	- 20	0.0	- 17	0.0	- 19	0.0
- 24	2.3	V 7	0.0	- 25	2.9	- 23	0.0	- 22	0.0		
- 25	2.5	- 8	0.0	- 27	1.3	- 25	1.3	- 31	1.6		
- 28	1.1	- 10	0.0	- 28	1.1	- 26	2.6	XI 3	1.1		

814) Sonnenfleckenbeobachtungen von Herrn N. Sykora in Charkow im Jahre 1899. Briefliche Mitteilung. (Forts. zu 790.)

Zu den Beobachtungen diente ein Fernrohr von 67 *mm* Oeffnung und 68-facher Vergrösserung. Projiziertes Sonnenbild von 17 *cm* Durchmesser.

1899		1899		1899		1899		1899		1899	
I 4	2.24	III 14	1.4	V 7	0 0	VI 21	0.0	VIII 4	0.0	X 2	0.0
- 16	3.15	- 16	1.11	- 8	0.0	- 22	0.0	- 5	0.0	- 3	0.0
- 19	1.5	- 23	2.14	- 9	0.0	- 23	1.2	- 6	0.0	- 6	0.0
- 21	0.0	- 28	1.1	- 10	0.0	- 26	1.32	- 14	0.0	- 10	1.3
- 23	1.1	- 31	1.6	- 12	1.1	- 27	1.43	- 15	0.0	- 11	1.6
- 24	1.3	IV 4	2.6	- 13	1.1	- 28	1.42	- 16	0.0	- 13	0.0
- 26	1.10	- 5	2.7	- 14	0.0	VII 2	2.22	- 18	0.0	- 23	1.10
- 29	1.8	- 6	1.2	- 15	0.0	- 3	2.15	- 20	0.0	- 24	1.12
II 3	2.15	- 13	3.10	- 16	0.0	- 5	2.10	- 21	0.0	- 31	2.12
- 5	2.19	- 15	1.5	- 17	0.0	- 7	3.6	- 30	2.9	XI 22	0.0
- 7	1.5	- 16	2.11	- 20	2.3	- 8	2.15	IX 2	1.4	- 23	0.0
- 9	1.3	- 17	3.7	- 30	1.1	- 9	2.13	- 4	3.10	XII 1	1.4
- 11	1.2	- 18	3.6	VI 5	1.2	- 14	1.4	- 9	0.0	- 8	0.0
- 19	0.0	- 19	1.1	- 6	2.3	- 15	2.5	- 13	0.0	- 10	0.0
- 20	0.0	- 20	1.1	- 8	1.3	- 16	2.2	- 14	0.0	- 17	0.0
- 21	0.0	- 21	1.2	- 9	2.5	- 25	0.0	- 18	0.0	- 19	0.0
- 22	0.0	- 24	2.4	- 10	2.12	- 26	1.6	- 21	0.0	- 26	0.0
- 28	1.5	- 25	2.3	- 14	2 36	- 27	1.5	- 22	0.0		
III 5	0.0	- 27	1.7	- 16	2.12	- 29	1.1	- 24	0.0		
- 7	0.0	- 28	1.8	- 18	2.4	- 30	1.1	- 28	2.24		
- 8	0.0	V 4	1.1	- 19	1.2	VIII 2	0.0	- 30	2.21		
- 13	1.3	- 6	0.0	- 20	1.2	- 3	0.0	X 1	2.8		

815) Sonnenfleckenbeobachtungen auf dem Haverford-College observatory in Pennsylvania. Briefliche Mitteilung von Herrn Direktor W. H. Collins. (Forts. zu 788.)

Die Beobachtungen sind von Herrn Prof. Collins am 8-zölligen Equatorial bei 60-facher Vergrösserung gemacht worden.

1899		1899		1899		1899		1899		1899	
I 7	2.11	III 10	0.0	IV 6	1.1	V 7	0.0	VI 5	1.6	X 22	0.0
- 11	1.15	- 16	1.15	- 10	3.3	- 8	0.0	- 6	1.8	XI 2	1.1
- 15	1.10	- 20	2.51	- 11	3.6	- 9	0.0	- 8	2.16	- 5	0.0
- 17	1.12	- 21	2.51	- 13	2.11	- 11	1.1	- 9	3.13	- 11	1.1
- 20	0.0	- 23	3.10	- 17	0.0	- 14	0.0	- 22	0.0	- 12	1.1
- 21	0.0	- 24	3.10	- 20	1.3	- 16	0.0	X 1	1.2	- 13	2.8
- 26	1.10	- 26	3.5	- 27	1.10	- 20	1.2	- 2	0.0	- 20	1.2
- 30	1.4	- 27	3.3	- 28	1.5	- 21	2.10	- 3	1.1	- 21	0.0
II 19	0.0	- 30	1.5	- 29	1.3	- 22	1.6	- 4	0.0	- 26	1.3
- 22	1.3	IV 1	1.5	- 30	1.3	- 25	1.3	- 7	0.0	XII 13	2.9
- 24	0.0	- 3	2.6	V 1	1.1	- 26	1.3	- 13	0,0	- 21	0.0
- 28	1.15	- 4	1.1	- 2	1.1	- 27	1.4	- 14	0.0	- 25	0.0
III 6	0.0	- 5	1.1	- 4	1.1	- 28	1.1	- 21	0.0		

816) Sonnenfleckenbeobachtungen von Herrn Generallieutenant von Kaulbars in Helsingfors und St. Petersburg im Jahre 1899. Briefliche Mitteilung. (Forts. zu 794).

Bis zum 29. Juli wurden die Beobachtungen in Helsingfors mit einem Fernrohr von 6.5 *cm* Oeffnung bei projiziertem Sonnenbilde gemacht, vom 6. Sept. hinweg in St. Petersburg mit einem Instrument von genau derselben Beschaffenheit und nach gleicher Methode.

1899		1899		1899		1899		1899		1899	
I 2	3.10	IV 21	1.2	V 19	1.7	VI 26	1.29	VII 16	2.8	IX 24	1.3
- 28	1.11	- 23	2.2	- 20	2.8	- 27	1.46	- 17	1.3	- 26	3.9
II 6	1.6	- 24	2.5	- 23	1.4	- 28	2.79	- 18	1.5	- 27	2.16
- 8	1.3	- 25	2.2	- 24	1.10	- 29	4.83	- 19	0.0	- 28	2.23
- 9	1.2	- 26	2.4	- 25	1.7	- 30	1.53	- 20	1.3	- 29	3 45
III 24	2.4	- 28	2.12	- 26	1 5	VII 1	1.48	- 21	1.11	- 30	2.12
- 25	2.7	- 30	1.1	- 30	1.5	- 2	2.46	- 22	2.23	X 2	4.12
- 26	3.14	V 3	1.1	- 31	0.0	- 3	2.49	- 23	2.11	- 4	2.10
- 27	2.6	- 4	1.1	VI 1	0.0	- 4	5.41	- 24	0.0	- 7	0.0
- 28	1.1	- 5	1.1	- 3	1.1	- 5	7.33	- 25	1.3	- 9	1.1
IV 1	1.3	- 6	0.0	- 4	1.3	- 6	4.33	- 27	1.7	- 31	6.38
- 3	2.8	- 7	0.0	- 5	1.8	- 7	4.41	- 28	2.21	XI 2	1.3
- 6	1.1	- 8	0.0	- 15	2.20	- 8	3.46	- 29	3.26	- 18	6.50
- 13	2.4	- 9	0.0	- 16	2.29	- 9	4.43	IX 6	2.5	- 30	1.1
- 14	2.15	- 10	0.0	- 17	3.20	- 10	2.31	- 9	0.0	XII 1	1.1
- 15	2.4	- 11	0.0	- 18	2.5	- 11	3.37	- 10	0.0		
- 16	2.18	- 13	0.0	- 20	1.1	- 12	2.29	- 11	0 0		
- 18	2.16	- 14	0.0	- 21	2.3	- 13	2.24	- 12	0.0		
- 19	0.0	- 16	2.7	- 22	1.2	- 14	3.13	- 13	1.1		
- 20	0.0	- 17	0.0	- 23	1.1	- 15	2.11	- 20	0.0		

817) Beobachtungen der magnetischen Deklinations-Variation in Mailand. Briefliche Mitteilungen von Herrn Prof. Schiaparelli. (Forts. zu 796.)

Nach den Beobachtungen des Herrn Dr. Rajna ergeben sich für 1899 folgende Monatsmittel der täglichen Variation (2^h—20^h mitt. Ortszeit), sowie die beigefügten Zuwachsbeträge gegen 1898.

1899	Variation	Zuwachs gegen 1898
Januar	1'.97	—0'.45
Februar	2.65	—0.81
März	7.47	+0.57
April	7.27	—0.79
Mai	7.28	—1.98
Juni	8.43	—1.47
Juli	6.36	—1.23
August	7.80	—1.02
September	6.57	—0.85
Oktober	4.97	+0.02
November	2.89	+0.22
Dezember	1.72	—0.80
Jahr:	5.45	—0.72

818) Beobachtungen der magnetischen Deklination und ihrer täglichen Variation in Christiania. Briefliche Mitteilung von Herrn Prof. Geelmuyden. (Forts. zu 797).

Herr Prof. Geelmuyden teilt nach den Beobachtungen des Herrn Observator Schröter für 1899 folgende Monatsmittel der westlichen Deklination, sodann deren Variation als Differenz zwischen den Beobachtungen von 2^h u. 21^h und den Zuwachs der letzteren gegen 1898 mit.

1899	Westl. Dekl.	Variation	Zuwachs gegen 1898
Januar	11° 43.'8	0.'31	—1'.58
Februar	45.1	3.72	+1.38
März	43.8	6.30	—0.10
April	43.5	8.37	+2.07
Mai	43.3	6.74	—1.24
Juni	42.7	8.76	—0.44
Juli	43.0	6.97	—1.00
August	42.7	7.51	—0.45
September	41.6	6.58	+0.35
Oktober	39.1	5.00	—0.41
November	39.5	2.79	+0.50
Dezember	39.2	0.82	—1.36
Jahr:	11 42.3	5.32	—0.21

819) Tägliche Variation der magnetischen Deklination im Jahre 1899 in Prag (k. k. Sternwarte), abgeleitet aus den Terminbeobachtungen um 19^h 2^h und 9^h. Nach brieflicher Mitteilung des Herrn Prof. Weinek, Direktor der Sternwarte. (Forts. zu 798).

1899	Variation	Zuwachs gegen 1898
Januar	2'.45	—0'.63
Februar	4.16	+0.71
März	5.98	—0.24
April	8.21	+0.24
Mai	8.91	—0.03
Juni	9.43	—0.59
Juli	8.44	—0.41
August	9.46	+0.55
September	6.74	—0.41
Oktober	5.11	—0.74
November	3.32	—0.05
Dezember	3.01	+0.73
Jahr:	6.27	—0 07

Die für Zürich nur in sehr kleiner Phase stattfindende partiale Sonnenfinsternis vom 7. Juni 1899 war hier zwar vollständig, aber nur bei sehr tiefem Sonnenstande sichtbar; sie begann kurz nachdem die Sonne über dem im Nordosten der Sternwarte liegenden Höhenzuge aufgegangen war und konnte im ganzen Verlaufe bei hellem Himmel beobachtet werden. Ich erhielt für Anfang und Ende:

Anfang 17^h 20^m 32.2^s } M. Z. Zürich.
Ende 18 4 54.2

Die Zehntelsekunden sind ohne Bedeutung, weil durch die Uhrkorrektion hinzugekommen.

Instrument: Refraktor von 16 *cm* Oeffnung und 2.62 *m* Brennweite mit Okular von 70-facher Vergrösserung; projiziertes Sonnenbild von 25 *cm* Durchmesser. Die Zeit des Anfanges ist wegen des ziemlich stark wallenden Sonnenrandes etwas unsicherer als diejenige des Endes, wo die Sonne schon bedeutend höher stand.

Die für Zürich partiale Sonnenfinsternis vom 28. Mai 1900 hatte Herr Assistent Broger hier ebenfalls beobachtet, während ich mich damals in Ménerville bei Algier zur Beobachtung der Totalitätsphase befand. Ueber meine eigenen Wahrnehmungen wird bei anderer Gelegenheit berichtet werden; Herr Broger hat

für Anfang und Ende der partialen Verfinsterung in Zürich die folgenden Zeiten erhalten:

Anfang	3^h	34^m	22.8^s	M. Z. Zürich
Ende	5	39	58.9	

Instrument: Refraktor von 16 *cm* Oeffnung und 2.62 *m* Brennweite mit Okular von 70-facher Vergrösserung; projiziertes Sonnenbild von 25 *cm* Durchmesser. Sonnenränder während der ganzen Dauer der Erscheinung sehr unruhig.

Die Vergleichung der von Herrn Broger für Zürich durchgeführten Vorausberechnung der Finsternis mit der Beobachtung ergab ihm die Unterschiede

Rechnung — Beobachtung: = Anfang $+ 0.1^s$. Ende $+ 3.6$

Sitzungsberichte von 1900.

Sitzung vom 15. Januar 1900 auf Zimmerleuten.

Beginn: 8¼ Uhr. Vorsitzender: Herr Prof. Dr. Rudio.

1. Geschäftliches. Der Präsident entbietet den Mitgliedern, die sich zum ersten Male im neuen Jahre zusammenfinden, den Willkommgruss und drückt den Wunsch aus, dass die Thätigkeit der Gesellschaft in dem beginnenden Zeitabschnitt eine recht erspriessliche sein möge.

Am Berchtoldstage wurde in gewohnter Weise ein Neujahrsblatt ausgegeben, das Herrn Prof. Dr. G. Lunge zum Verfasser hat und unter dem Titel: Beleuchtung, einst, jetzt und sonst erschien. Im Namen der Gesellschaft verdankt der Vorsitzende Herrn Prof. Lunge seine Mühe aufs beste. Ferner liegen das dritte und vierte Heft des laufenden Jahrganges der Vierteljahrsschrift vor. Neben den wissenschaftlichen Abhandlungen, den Sitzungsberichten und dem Bibliotheksbericht enthält das Schlussheft wie im letzten Jahrgange ein Mitgliederverzeichnis, abgeschlossen am 31. Dezember 1899. Die Druckschriftenkommission ist der Ansicht, dass solche Verzeichnisse in Zukunft regelmässig jährlich einmal veröffentlicht werden sollen.

Das Protokoll über die letzte Sitzung wird verlesen und genehmigt.

Folgende Herren reichen Aufnahmegesuche ein:

Herr Gottlieb Zulauf, Fabrikant wissenschaftlicher Instrumente, in Zürich, vorgeschlagen durch Herrn J. Escher-Kündig,

Herr Hermann Huber, Ingenieur, in Männedorf, vorgeschlagen durch Herrn Ingenieur Glauser, und

Herr Dr. phil. Albert Volkart, botanischer Assistent der eidg. Samenkontrollstation, in Zürich, angemeldet von Herrn Prof. Dr. C. Schröter.

2. Vortrag. Herr Prof. Dr. G. Ruge spricht über „Umformungen am Rumpfe der Primaten" und weist zu seinen Ausführungen ein reichhaltiges Demonstrationsmaterial vor.

Die Diskussion wird benützt von den Herren Prof. Paul Martin, Prof. C. Schröter, Prof. A. Lang.

Schluss der Sitzung 10 Uhr.

Sitzung vom 29. Januar 1900 auf Zimmerleuten.

Beginn: 8¼ Uhr. Vorsitzender: Herr Prof. Dr. Rudio.

1. Geschäftliches. Das Protokoll über die letzte Sitzung erhält die Genehmigung der Gesellschaft. Sodann verleiht der Vorsitzende der

Freude Ausdruck, die uns das Erscheinen des ehemaligen Präsidenten, Herrn Prof. Dr. G. Lunge, verschafft, der leider durch lang andauernde Krankheit von unseren Sitzungen ferngehalten worden war. Die Herren Gottlieb Zulauf, Hermann Huber und Dr. Albert Volkart werden als ordentliche Mitglieder aufgenommen. Zum Eintritt in die Gesellschaft wird durch die Herren Direktor Billwiller und Prof. Heim angemeldet: Herr Julius Walter Ernst, Meteorologe, von Winterthur, zur Zeit in Zürich.

2. Vorträge. Herr Prof. Dr. A. Heim spricht über „Das Eisenerzlager am Gonzen". Vorweisung von Modellen, Karten und weiterem Demonstrationsmaterial unterstützt den Vortrag.

An der Diskussion beteiligen sich die Herren Prof. Lunge und Prof. Heim.

Herr Dr. K. Bretscher macht „Mitteilungen über die Bodenfauna der Schweiz", ebenfalls mit Demonstrationen.

Die Diskussion wird von den Herren Prof. C. Keller, Dr. Hans Schellenberg und Dr. Bretscher benützt.

Schluss der Sitzung 10 Uhr.

Sitzung vom 12. Februar 1900 auf Zimmerleuten.

Beginn: $8^1/_2$ Uhr. Vorsitzender: Herr Prof. Dr. Rudio.

1. Geschäftliches. Zur heutigen Sitzung wurden mit Rücksicht auf den angekündigten, bibliographische Fragen betreffenden Vortrag verschiedene Nichtmitglieder, denen, sei es vermöge ihrer Stellung, sei es zufolge ihrer sonstigen Thätigkeit, ein derartiges Thema besonders nahe liegt, eingeladen. Der Vorsitzende hat die Ehre, die Herren Dr. J. Bernoulli, Direktor der schweizerischen Landesbibliothek in Bern, Stadtbibliothekar Dr. H. Escher in Zürich und Prof. Dr. Th. Vetter, Präsident der Museumsgesellschaft in Zürich, als Gäste begrüssen zu können. Ausserdem liegen von den Herren Prof. Dr. Graf und Prof. Dr. Kronecker in Bern Verdankungen der Einladung vor.

Das zur Sprache kommende Thema hat, wie der Vorsitzende mit einleitenden Worten ausführt, auch für die naturforschende Gesellschaft bedeutendes aktuelles Interesse: einmal sind bei der heutigen Zersplitterung der wissenschaftlichen Arbeit zusammenfassende bibliographische Bestrebungen, die ihren Ausdruck in der Herausgabe von Encyclopädien, Katalogen etc. finden, für jede wissenschaftliche Thätigkeit von hohem Werte und verdienen alle Aufmerksamkeit; zweitens kommt in Betracht, dass das Concilium bibliographicum des Herrn Dr. Field in Zürich, das im Anschluss an das Institut international de bibliographie in Brüssel gegründet wurde und von dem heute die Rede sein soll, ein speziell naturwissenschaftliches Gebiet, das der Zoologie und Anatomie, pflegt; drittens endlich wird dieses Unternehmen wie ein auf viel breiterer Basis von der Royal Society in London geplantes, über das Herr Dr. Bernoulli in verdankenswerter Weise Mehreres zu referieren versprochen hat, von der Schweiz unterstützt.

Im geschäftlichen Teil der Sitzung wird noch das Protokoll über die letzte Sitzung gutgeheissen und sodann Herr J. W. Ernst, Meteorologe, von Winterthur als ordentliches Mitglied aufgenommen.

2. Vortrag. Hernach spricht Herr Dr. Herbert Haviland Field über „Das Concilium bibliographicum in Zürich und die internationale wissenschaftliche Bibliographie". Der Vortragende hat zur Demonstration auch den umfangreichen Zettelkatalog seines Institutes aufgestellt; doch erlaubt die vorgerückte Zeit dessen Vorweisung am Schlusse der Sitzung nicht mehr, weshalb Herr Dr. Field die Mitglieder zu einer besondern Demonstration ins Bureau des Conciliums einlädt, eine Einladung, die mit bestem Danke angenommen wird. Als Besuchszeit wird Sonntag 18./II. 1900 vorm. 10 Uhr festgesetzt.

Im Anschlusse an die Ausführungen des Direktors des Concilium bibliographicum in Zürich referiert Herr Dr. J. Bernoulli, einer der beiden schweizerischen Delegierten an die Katalogkonferenz der Royal Society in London, über die bisherigen Ergebnisse dieser Konferenzen, soweit sie den geplanten Zettelkatalog der Royal Society betreffen, ferner über eine Spezialkonferenz der schweiz. Delegierten, die unter Zuziehung weiterer Sachverständiger im Sommer 1899 in Bern stattgefunden hat.

Die Diskussion über den angehörten Vortrag wird von den Herren Stadtbibliothekar Dr. H. Escher, Prof. Dr. C. Schröter, Dr. H. Field, Dr. K. Hescheler, Prof. Dr. R. Martin, Dr. K. Bretscher, Schulratspräsident H. Bleuler, Prof. Dr. F. Rudio benützt.

Im Schlussworte erklärt der Vorsitzende, dass das Unternehmen des Herrn Dr. Field, das in der Diskussion allseitig warme Aufnahme fand, der Unterstützung der naturforschenden Gesellschaft, wo immer diese nötig werden sollte, sicher sein dürfe.

Schluss der Sitzung 10³/₄ Uhr.

Sitzung vom 26. Februar 1900 auf Zimmerleuten.

Beginn 8¹/₄ Uhr. Vorsitzender: Herr Escher-Kündig, Vize-Präsident.

1. Geschäftliches. Leider ist das Präsidium infolge eines ihm zugestossenen Unfalles verhindert, die heutige Sitzung zu besuchen, und lässt sich deshalb entschuldigen.

Das Protokoll über die letzte Sitzung wird genehmigt.

2. Demonstrationen.

a) Herr Prof. Dr. Ribbert weist Präparate von Echinococcus der Leber des Menschen vor.

Diskussion: Herr Prof. Dr. H. von Wyss.

b) Herr Dr. Höber spricht über die fermentativen Eigenschaften von fein zerteiltem Platin.

Diskussion: Herr Prof. Bamberger, Herr Prof. Schröter, Herr Dr. Gysi und Herr Dr. Höber.

c) Herr Prof. Dr. Beck demonstriert ein neues Instrument zur Bestimmung der Zeit und der geographischen Breite durch Anwendung einer unveränderlichen Zenithdistanz.

Diskussion: Herr Prof. Burkhardt und Herr Prof. Beck.

d) Herr Prof. Dr. Cramer spricht über Convergenzerscheinungen im Pflanzenreiche.

Diskussion: Herr Prof. Schröter und Herr Prof. Cramer.

e) Herr Prof. Dr. Standfuss bringt biologische Beobachtungen bezüglich der Falter-Entwickelung der erdgeschichtlich alten Doritis apollinus Hbst.

Diskussion: Herr Escher-Kündig, Herr Dr. Höber, Herr Prof. Standfuss.

Schluss der Sitzung: 10 Uhr 40.

Hauptversammlung vom 14. Mai 1900 auf Zimmerleuten.

Beginn: 7 Uhr. Vorsitzender: Herr Prof. Dr. Rudio.

1. Der Vorsitzende eröffnet die Sitzung mit der Mitteilung, dass die Gesellschaft seit der letzten Versammlung drei Mitglieder durch Tod verloren hat:

a) Herrn Prof. Dr. Elwin Bruno Christoffel von Strassburg, von 1862—69 Professor der Mathematik am Polytechnikum, Mitglied seit 1862, Ehrenmitglied seit 1896;

b) Herrn Dr. G. H. von Wyss, Privatdozent der Physik am Polytechnikum und an der Universität, Mitglied seit 1887;

c) Herrn Prof. Dr. A. L. Kym an der Universität Zürich, Mitglied seit 1863.

Die Anwesenden erheben sich zu Ehren der Verstorbenen von ihren Sitzen.

2. Das Protokoll der letzten Sitzung wird verlesen und genehmigt.

3. Der Quästor, Herr Dr. Kronauer, legt die Rechnung für das Jahr 1899 vor.

Rechnung für 1899.

Einnahmen:	Fr. Rp.	Ausgaben:	Fr. Rp.
Zinsen des Hauptfonds	3,718. 40	Bücher	4,092. 17
„ „ Illustrationsfonds	390. —	Buchbinderarbeit	1,022. 05
Beiträge der Mitglieder	3,634. —	Neujahrsblatt	432. 25
Neujahrsblatt	320. 53	Vierteljahrsschrift	2,394. —
Katalog	41. —	Katalogisierungsarbeiten	102. 48
Vierteljahrsschrift	249. 50	Miete, Heizung u. Beleuchtung	122. —
Beiträge von Behörden und Gesellschaften	1,920. —	Besoldungen	1,983. 60
		Verwaltung	504. 25
Diverses	86. 90	Mobilien u. Verschiedenes	29. 40
	10,360. 33		10,682. 20

Einnahmen	Fr.	10,360. 33
Ausgaben	„	10,682. 20
Rückschlag	Fr.	321. 87

Stand des Hauptfonds am 1. Januar 1899	Fr.	72,188. 28
Uebertrag auf den Illustrationsfond	„	500. —
	Fr.	71,688. 28
Rückschlag Einnahmen-Ausgaben	„	321. 87
Stand des Hauptfonds am 31. Dezember 1899	Fr.	71,366. 41
Stand des Illustrationsfonds am 1. Januar 1899	Fr.	6,000. —
Uebertrag aus dem Hauptfond	„	500. —
Stand des Illustrationsfonds am 31. Dez. 1899	Fr.	6,500. —

Die Rechnungsrevisoren, Herr Bodmer-Beder und Herr Escher-Hess, beantragen auf Grund einer eingehenden Prüfung der Rechnung Genehmigung derselben unter bester Verdankung an den Quästor. Herr Bodmer-Beder gibt mündlich noch dem Wunsche Ausdruck, der Vorstand möchte die Anlage der Gesellschaftskapitalien einer ernstlichen Beratung unterziehen, worauf der Vorsitzende bemerken kann, dass diese Frage seit mehr als Jahresfrist vom Vorstande wiederholt schon besprochen wurde. Er verdankt bei diesem Anlasse Herrn Dr. Hescheler die Zuwendung des Erträgnisses seiner Referate in der N. Z. Z. an die Vereinskasse, sowie die sorgfältige Abfassung der Referate selbst. — Die Rechnung wird mit bester Verdankung abgenommen.

4. Herr Dr. Kronauer legt das Budget für 1900 vor:

Voranschlag für 1900.

Einnahmen:

Zinsen des Hauptfonds	Fr.	3,710. —
„ „ Illustrationsfonds	„	390. —
Beiträge der Mitglieder	„	3,600. —
Neujahrsblatt	„	350. —
Katalog	„	30. —
Vierteljahrsschrift	„	200. —
Beiträge von Behörden und Gesellschaften	„	1,920. —
	Fr.	10,200. —

Ausgaben:

Bücher	Fr.	3,250. —
Buchbinderarbeit	„	1,000. —
Neujahrsblatt	„	450. —
Vierteljahrsschrift	„	2,750. —
Katalogisierungsarbeiten	„	50. —
Miete, Heizung und Beleuchtung	„	150. —
Besoldungen	„	2,000. —
Verwaltung	„	500. —
Mobilien und Verschiedenes	„	50. —
	Fr.	10,200. —

Der Voranschlag wird genehmigt.

5. Als Rechnungsrevisoren für die neue Amtsdauer werden gewählt: Herr Prof. Dr. Beck und Herr Prof. Dr. Kiefer.

6. Der Bericht des Aktuars, Herrn Dr. K. Hescheler, wird verlesen und unter bester Verdankung genehmigt.

Bericht über die wissenschaftliche Thätigkeit und den Bestand der Naturforschenden Gesellschaft 1899—1900.

Die Zahl der Sitzungen belief sich im Berichtsjahre 1899—1900 auf 10, die heutige Generalversammlung eingerechnet. Der Besuch dieser Zusammenkünfte kann als ein reger bezeichnet werden, wäre aber immerhin noch einer Steigerung fähig. 8 Vorträge und 13 Mitteilungen oder Demonstrationen, die von 16 Mitgliedern geboten wurden, bildeten die Haupttraktanden der Sitzungen. 2 Versammlungen waren ganz für Demonstrationen reserviert; sie erfreuten sich besonders starken Besuches, ein Beweis, dass derartige Demonstrationsabende den meisten Mitgliedern sehr willkommen sind.

a) Vorträge:

1. Herr Prof. Dr. C. Mayer-Eymar: Interessante Fossilien aus Egypten.
2. „ Prof. Dr. C. Schröter: Bilder aus der Tropenvegetation (Java und Ceylon) mit Projectionen.
3. „ Dr. L. Wehrli: Geologische Skizze des Lacarsees in den Anden.
4. „ Prof. R. Escher: Ueber Schrauben und Gewinde.
5. „ Prof. Dr. G. Ruge: Umformungen am Rumpfe der Primaten.
6. „ Prof. Dr. A. Heim: Das Eisenerzlager am Gonzen.
7. „ Dr. K. Bretscher: Mitteilungen über die Bodenfauna der Schweiz.
8. „ Dr. H. H. Field: Das Concilium bibliographicum in Zürich und die internationale wissenschaftliche Bibliographie.

b) Mitteilungen:

1. Herr Prof. Dr. C. Schröter: Ueber die Keimung der Kokosnuss.
2. „ Prof. Dr. A. Lang: Biologische Beobachtungen an Landschnecken.

3. Herr Prof. Dr. A. Heim: Neue Erwerbungen aus der geologischen Sammlung.
4. „ Dr. K. Hescheler: Ein lebendes Exemplar des afrikanischen Schlammfisches.
5. „ Prof. Dr. A. Lang: Verschiedene Crinoiden und Larvenstadien von solchen.
6. „ Prof. Dr. K. von Monakow: Präparate zur Entwickelungsgeschichte des Gehirnes des Menschen.
7. „ Prof. Dr. C. Schröter: Epiphytisch lebende Pflanzen.
8. „ Prof. Dr. H. Ribbert: Präparate von Echinococcus der Leber des Menschen.
9. „ Dr. R. Höber: Ueber die fermentativen Eigenschaften von fein zerteiltem Platin.
10. „ Prof. Dr. A. Beck: Ueber ein neues Instrument zur Bestimmung der Zeit und der geographischen Breite durch Anwendung einer unveränderlichen Zenithdistanz.
11. „ Prof. Dr. C. Cramer: Convergenzerscheinungen im Pflanzenreiche.
12. „ Prof. Dr. M. Standfuss: Biologische Beobachtungen bezüglich der Falterentwickelung der erdgeschichtlich alten Doritis apollinus Hbst.
13. „ Prof. Dr. A. Heim: Vorweisung eines neuen Säntis-Reliefs.

Von diesen Vorträgen und Mitteilungen entfallen auf Anatomie und Embryologie 3, Astronomie 1, Botanik 4, Geologie 4, Palaeontologie 1, Physiologie 1, Physik und deren technische Anwendungen 1, Zoologie 5, wissenschaftliche Bibliographie 1. Seit Beginn des Wintersemesters 1899 bis 1900 wurde mit ziemlicher Regelmässigkeit über die wissenschaftliche Thätigkeit der Gesellschaft im Feuilletonteil der Neuen Zürcher Zeitung referiert.

Der 44. Jahrgang der Vierteljahrsschrift, der im Berichtsjahre erschien, enthält 13 wissenschaftliche Abhandlungen von 11 verschiedenen Verfassern. Diese Arbeiten verteilen sich folgendermassen auf die einzelnen Disziplinen: Astronomie 2, Botanik 1, Chemie 2, Geologie und Mineralogie 2, Physik 2, Physiologie 2, Zoologie 2. Im Schlusshefte wurden die Sitzungsberichte und der Bibliotheksbericht für 1899, ferner ein Mitgliederverzeichnis, abgeschlossen auf 31. Dezember 1899, beigefügt. Das Neujahrsblatt für 1900 führt den Titel: „Beleuchtung, einst, jetzt und sonst" und ist von Herrn Prof. Dr. G. Lunge verfasst.

Was den Bestand der Gesellschaft anbetrifft, ist für 1899—1900 Folgendes hervorzuheben:

Durch Neuaufnahmen wurde die Zahl der ordentlichen Mitglieder um neun vermehrt; von den Eingetretenen wohnen zur Zeit sämtliche in Zürich.

Der Gesellschaft wurden durch Tod vier Mitglieder, worunter ein Ehrenmitglied, entrissen; es sind die Herren:

Dr. E. Fisch, Fachlehrer für Naturwissenschaften, in Zürich,
Dr. E. B. Christoffel, Professor der Mathematik an der Universität Strassburg,
Dr. G. H. von Wyss, Privatdozent der Physik am Polytechnikum und an der Universität Zürich, und
Dr. A. L. Kym, Professor der Philosophie an der Universität Zürich.

R. I. P.

Ausgetreten sind zwei Mitglieder, nämlich die Herren:
Th. Vogel, Apotheker, in Zürich und
A. Sokolowsky, früher Lehrer an der Kunstgewerbeschule (letzterer wegen Wegzug von Zürich).

In dem am 31. Dezember 1899 abgeschlossenen Mitgliederverzeichnis sind 225 ordentliche, 27 Ehren- und 3 korrespondierende Mitglieder aufgeführt, insgesamt 255.

Heute, am 14. Mai 1900, zählt die Gesellschaft 227 ordentliche, 26 Ehren- und 3 korrespondierende Mitglieder, im ganzen 256.

7. Der Bibliothekar, Herr Prof. Dr. H. Schinz, verliest den Bibliotheksbericht.

Bibliotheksbericht.

Die im Berichtsjahre im Laufe des Monates August vorgenommene Bibliotheksrevision hat insofern ein erfreuliches Resultat gezeitigt, als nicht nur keine Abschreibungen vorzunehmen gewesen sind, sondern sich auch wiederum drei Bände aus der Bibliothek Linth-Escher, die längst als verloren vorgemerkt waren, eingestellt haben.

Nachdem bereits im Vorjahre die Lücken in den durch Ankauf erworbenen Sammelwerken unserer Bibliothek nach Möglichkeit ergänzt worden waren, haben wir unsere Aufmerksamkeit im Berichtsjahre vorzugsweise den noch immer sehr zahlreichen Lücken in den uns durch Tausch zugehenden Berichten, Abhandlungen etc. geschenkt und nicht ganz ohne Erfolg, denn es ist uns gelungen, auf dem Reklamationswege allmählich 46 Bände und 274 Hefte der verschiedensten Gesellschaften zu erlangen, und wer oft in den Fall kommt, Gesellschaftsschriften konsultieren zu müssen, weiss, wie angenehm es ist, in der ihm zugänglichen Bibliothek derartige Serienwerke komplet zu wissen. Wir sind daher auch den Akademien und Gesellschaften, die unseren Wünschen in oft so weitgehender Weise entgegengekommen sind, zu grossem Danke verpflichtet. Unsere eigenen Erfahrungen und die der mit uns im Tauschverkehr stehenden Körperschaften lehren uns, dass die postamtliche Vermittlung von nicht eingeschriebenen Drucksachen noch in allen Ländern sehr der Aufmerksamkeit und Ueberwachung seitens der obersten Postbehörden bedürftig ist.

Die Ueberschreitung des Voranschlages erklärt sich durch die Anschaffung der fehlenden 12 Bände Palaeontographica, die bereits im ver-

gangenen Jahre vorgesehen war. Im übrigen haben wir uns, ungern zwar, aber notgedrungen an den Voranschlag gehalten und haben dem entsprechend von jeder Neuanschaffung abgesehen, uns begnügend mit der Fortsetzung der Abonnemente der Ihnen ja bekannten Serienwerke, was ja so wie so einer jährlichen Ausgabe von mindestens Fr. 3,300. — ruft.

Die Lesemappenzirkulation ist für das Bibliothekariat eine Quelle periodischen Aergers; es scheint einfach unmöglich zu sein, einzelne Partizipanten mit einer allen zu Gute kommenden Ordnung im Austausch zu befreunden, und wir werden uns daher nun in der Folge gezwungen sehen, von unserer Befugnis, die Fehlbaren mit einer Geldbusse zu strafen, Gebrauch machen zu müssen, gleichzeitig aber auch die Namen der Betreffenden der Gesellschaft bekannt geben.

Die Zahl der mit uns tauschenden Akademien und Gesellschaften beträgt gegenwärtig 371 gegenüber 362 im Vorjahre.

Wenn nicht in den nächsten Jahren durch ein Wachsen der Mitgliederzahl unserer Gesellschaft oder durch freiwillige Zuwendungen das Bibliotheksbudget erhöht werden kann, so wird es auf absehbare Zeit unmöglich sein, Neuanschaffungen wagen zu können, wenigstens keine Anschaffungen, die den Gesamtbetrag von Fr. 150. — übersteigen, und was dies in einer an wissenschaftlicher Publikation so überaus fruchtbaren Zeit heissen will, können Sie selbst ermessen.

Eine Bitte, und zwar eine sehr dringende, glaubt das Bibliothekariat immerhin anbringen zu dürfen und zu müssen. Bei unseren Versuchen, Lücken in Gesellschaftsschriften auszufüllen, scheitern wir leider nur allzu oft an der Klippe, dass wir keine vollständigen Serien unserer Vierteljahrsschrift mehr zu diesem Zwecke zur Verfügung haben; zweifelsohne befinden sich aber im Besitze der einen oder andern Familie noch einzelne Jahrgänge und werden, weil unvollständig, nicht benützt; für Ueberweisung derselben an unsere Bibliothek wären wir äusserst dankbar.

Im Anschlusse an die Verlesung des Bibliotheksberichtes macht Herr Bodmer-Beder den Bibliothekar aufmerksam auf eine immer noch bestehende Lücke in den Mémoires de la société géologique de France, und Herr Prof. Dr. R. Martin beleuchtet in einem sehr eindringlichen Votum die seit Jahren bestehende finanzielle Notlage der Bibliothek, welche verhindert, dass auch naturwissenschaftliche Werke grösseren Umfanges angeschafft werden können. Es wird ein Weg angedeutet, durch das Mittel von Legaten die Gelder der Bibliothek zu äufnen, und schliesslich der Vorstand beauftragt, beim Hochschulverein einen Betrag von Fr. 1500. — nachzusuchen und in ähnlichem Sinne auch an den Dozentenverein zu gelangen.

Der Bericht des Bibliothekars wird genehmigt und verdankt.

8. Wahlen. Es werden gewählt

als Präsident: Herr J. Escher-Kündig,
„ Vize-Präsident: „ Prof. Dr. U. Grubenmann,
„ Aktuar: „ Dr. K. Hescheler,

als Bibliothekar: Herr Prof. Dr. H. Schinz,
„ 1. Beisitzer: „ „ „ F. Rudio.
„ 2. „ „ „ „ R. Martin.
(Der Quästor kommt nicht in Neuwahl.)

Die Mitglieder der Druckschriftenkommission werden bestätigt, ebenso die Herren Fachbibliothekare. In die weitere Bibliotheks-Kommission wird an Stelle des Herrn Ott, der Zürich verlassen hat, gewählt Herr Dr. H. H. Field; die übrigen Mitglieder werden bestätigt.

9. Nach Erledigung dieser Geschäfte demonstriert und bespricht

Herr Prof. Dr. A. Heim in einem kurzen Vortrage sein neues Säntisrelief (1:25,000).

Um 8 Uhr sind die offiziellen Verhandlungen geschlossen; es schliesst sich an dieselben ein gemeinschaftliches Nachtessen an.

Für den Aktuar:
Prof. Dr. U. Grubenmann.

Sitzung vom 25. Juni 1900 auf Zimmerleuten.

Beginn: 8¼ Uhr. Vorsitzender: Herr J. Escher-Kündig.

1. Geschäftliches. Der neugewählte Vorsitzende begrüsst die Versammlung; an Stelle des abwesenden Aktuars wird Prof. R. Martin für die heutige Sitzung zum Aktuar gewählt.

Das Protokoll der Hauptversammlung vom 14. Mai wird verlesen nnd genehmigt.

Als Delegierte für die diesjährige Versammlung der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft in Thusis werden gewählt: Prof. Dr. Rudio und Prof. Dr. R. Martin.

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen und in Anbetracht, dass die nächste Sitzung erst im Spätherbst stattfinden wird, auch gleich durch Abstimmung gewählt:

Herr Prof. Dr. Eugen Bleuler, Burghölzli,
„ J. G. Sigg-Sulzer, Zürich,
„ Dr. Franz Walder „

2. Vorträge.

a) Herr Prof. Dr. A. Lang spricht im Anschluss an eine zahlreiche, vorgelegte Litteratur über „Den Lebenscyclus der Malariaparasiten“.

Der Vortrag wird durch Tafeln und Zeichnungen erläutert. Die Diskussion wird benützt von Herrn Prof. Dr. Zschokke.

b) Herr Sekundarlehrer Wartenweiler von Oerlikon spricht über „Veranschaulichungsmittel betr. elektrischer Massbestimmungen" und führt zur Erläuterung eine grosse Reihe von Experimenten vor.

Schluss der Sitzung 10½ Uhr.

Für den Aktuar:
Prof. Dr. Rud. Martin.

Sitzung vom 29. Oktober 1900 auf Zimmerleuten.

Beginn 8¼ Uhr. Vorsitzender: Herr J. Escher-Kündig.

1. Geschäftliches. Der Präsident heisst die Anwesenden zum Beginne der Wintersession willkommen und bittet sie, der Thätigkeit der Gesellschaft stetsfort ein reges Interesse entgegenzubringen.

Das Protokoll über die letzte Sitzung, das verlesen wird, erhält die Genehmigung.

Der Vorsitzende gedenkt eines verstorbenen Mitgliedes, des Herrn Ingenieur Friedrich Looser, eingetreten 1895. Zu Ehren des Dahingeschiedenen erheben sich die Anwesenden von den Sitzen.

Die Zuwendung mehrerer Separatabdrücke von Seiten des Herrn Professor Gouzy zu Gunsten unserer Bibliothek wird verdankt.

Von dem Verkehrsvereine in Schaffhausen liegt ein Cirkular vor, das die an der Sache interessierten Kreise und Gesellschaften auffordert, gegen eine projektierte neue Wasserentziehung, die dem Rheinfalle bei Schaffhausen droht, an massgebender Stelle zu protestieren. Dieses Gesuch hatte seinerzeit von Seiten der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft bei Anlass ihrer Jahresversammlung in Thusis lebhafte Zustimmung gefunden. Der Vorsitzende schlägt vor, es möge sich die Zürch. Naturforschende Gesellschaft dem Vorgehen der Schweizerischen einfach anschliessen, indem sie dem gesuchstellenden Vereine kundgiebt, dass sie die Eingabe der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft in jeder Beziehung unterstütze.

Dem gegenüber vertritt Herr Oberst Huber einen anderen Standpunkt. Auch er ist der Ansicht, es sei den Naturschönheiten des Rheinfalles aller wünschenswerte Schutz zukommen zu lassen; aber er glaubt, dass die gehegten Befürchtungen im vorliegenden Falle unbegründete sind. Herr Prof. Dr. Schröter nimmt das Centralkomitee der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft in Schutz gegen den Vorwurf, es habe in dieser Angelegenheit ein gründliches und sachliches Studium ausser acht gelassen. Zwei Experten, Herr Prof. Zschokke in Aarau und Herr Prof. Heim in Zürich, waren von Seiten des Centralkomitees mit der Prüfung der in Betracht fallenden technischen und geologischen Fragen beauftragt worden; beide Gutachten kamen übereinstimmend zum Schlusse, dass die Ausführung des neuen Projektes thatsächlich eine weitere Gefährdung der Schönheit des Rheinfalles bedeute.

Die Eingabe der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft wird verlesen. Nach weiteren Voten der Herren Prof. Rudio, Prof. Gouzy, Oberst Huber,

Prof. Heim, Prof. von Wild wird beschlossen, auf eine sachliche Diskussion heute nicht einzutreten, sondern die Angelegenheit in einer späteren Sitzung zur Sprache zu bringen.

2. Vorträge. Herr Prof. Dr. G. Lunge spricht über „Die Chemie auf der Pariser Weltausstellung“.

Die Diskussion wird von Herrn Oberst Huber benützt.

Herr E. Mertens hat einen Vortrag über „Die Variabilität von Scolopendrium vulgare Sm.“ angekündigt. Der vorgerückten Zeit wegen wird nur das reiche Demonstrationsmaterial vorgewiesen, die erläuternden Erklärungen und weiteren Ausführungen aber auf die nächste Sitzung verschoben.

Schluss 10 Uhr 30.

Sitzung vom 12. November 1900 auf Zimmerleuten.

Beginn: 8¼ Uhr. Vorsitzender: Herr J. Escher-Kündig.

1. Geschäftliches. Das Protokoll über die letzte Sitzung erhält die Genehmigung.

Durch Herrn Prof. Dr. Bamberger wird zum Eintritt angemeldet Herr Dr. Oscar Schmidt, Direktor der Accumulatorenfabrik in Oerlikon, wohnhaft in Zürich.

2. Vorträge. Herr Dr. Hundhausen hält einen Vortrag, der sich betitelt: Ein Beitrag zur Atomistik.

An der Diskussion beteiligen sich die Herren Prof. Dr. Werner, Dr. Schall, Dr. Hundhausen, Prof. Dr. Lunge, Schöller, Prof. Dr. Heim.

Herr E. Mertens spricht im Anschlusse an seine Demonstration in der vorhergehenden Sitzung „Ueber die Variabilität von Scolopendrium vulgare Sm.“

Die Diskussion wird benützt von Herrn Prof. Dr. Schröter.

Schluss 10 Uhr 30.

Sitzung vom 26. November 1900 auf Zimmerleuten.

Beginn: 8¼ Uhr. Vorsitzender: Herr J. Escher-Kündig.

1. Geschäftliches. Das Protokoll über die letzte Sitzung wird verlesen und mit einem Zusatze genehmigt.

Die Abstimmung über das Aufnahmegesuch des Herrn Dr. Oscar Schmidt, Direktor der Accumulatorenfabrik in Oerlikon, ergiebt dessen einstimmige Annahme.

Durch Herrn Dr. K. Bretscher wird der Gesellschaft Herr Eugen Bolleter, Sekundarlehrer in Zürich IV, angemeldet, durch Herrn Prof. Dr. Rudolf Martin Herr Dr. Theodor Frick, Zahnarzt, in Zürich.

2. Vortrag. Herr Prof. Dr. A. Heim spricht über „Die Stromschnellen des Rheins“.

Anschliessend an diesen von zahlreichen Demonstrationen begleiteten Vortrag wird die Frage der Bedeutung eines erneuten Wasserentzuges am Rheinfall bei Schaffhausen diskutiert (vergleiche Protokoll der Sitzung vom 26. Oktober 1900).

Herr Oberst Huber-Werdmüller verteidigt in ausführlichem Votum, das auch Bezug nimmt auf ein zur Verlesung gelangendes Gutachten des Herrn Sulzer-Steiner in Winterthur, seinen von dem des Herrn Vortragenden abweichenden Standpunkt. Vom Vorsitzenden wird ein Schreiben des Herrn Prof. von Wild bekannt gegeben, das der Gesellschaft beantragt, in dieser Angelegenheit keinen Beschluss zu fassen. Die Gesellschaft sieht auch von einer Resolution ab, nachdem schon Herr Prof. Heim selbst am Schlusse seines Vortrages von einer Beschlussnahme abgeraten hatte.

Schluss 11 Uhr 10.

Sitzung vom 10. Dezember 1900 auf Zimmerleuten.

Beginn: $8^1/_4$ Uhr. Vorsitzender: Herr J. Escher-Kündig.

1. Geschäftliches. Das Protokoll über die letzte Sitzung wird verlesen und genehmigt.

Die Herren Dr. Th. Frick, Zahnarzt, und E. Bolleter, Sekundarlehrer, werden als Mitglieder aufgenommen.

Von Herrn Prof. Dr. Schinz wird neu angemeldet: Herr Emil Bächler, Assistent am naturhistorischen Museum in St. Gallen.

2. Demonstrationen.

Herr Prof. Dr. Grubenmann weist einen Gipsabguss des Meteoreisens von der Raffrüti (Kt. Bern) vor.

Diskussion: Herr Prof. Pernet, Herr Prof. Grubenmann.

Herr Prof. Dr. Heuscher zeigt Präparate, die sich auf Brutpflege und Ernährung bei Fischen beziehen.

Diskussion: die Herren Prof. Kleiner, Prof. Heuscher, Prof. Schinz.

Herr Prof. Dr. Lang demonstriert einen lebenden Haifisch-Embryo mit Dottersack und Spirituspräparate von solchen Embryonen.

Diskussion: Herr Prof. Felix.

Herr Prof. Dr. Lorenz weist einen neuen elektrischen Widerstandsofen für den Laboratoriumsgebrauch, sowie verschiedene metallurgische Präparate vor.

Diskussion: die Herren Prof. von Wild, Prof. Lunge, Direktor Huber, Prof. Lorenz.

Herr Prof. Dr. Paul Martin hat eine Serie von Modellen, die nach der Born'schen Plattenmodelliermethode hergestellt sind und die Entwickelung des Katzengehirns zeigen, aufgestellt. In Vertretung des Demonstrierenden giebt Herr Prof. Dr. Felix die notwendigen Erläuterungen zu den Modellen.

Diskussion: Herr Prof. Pernet.

Schluss 9 Uhr 40.

Der Aktuar:
K. Hescheler.

Bibliotheksbericht von 1900.

Der Bibliothek sind vom 15. Dezember 1899 bis zum 15. Dezember 1900 nachstehende Schriften zugegangen:

A. Geschenke.

Von Herrn Dr. J. Heuscher in Zürich:

Schweizerische Fischerei-Zeitung, Jahrgg. VII, No. 25, 26; VIII, No. 1—22

Von Herrn Prof. Dr. Carl Schröter in Zürich:

Prof. Dr. Chr. G. Brügger. Nachruf. Chur, 1899.

Fragenschema für Beobachtungen über pflanzengeographische und wirtschaftliche Verhältnisse auf Exkursionen in den Alpen. Zürich, 1899.

Contribution à l'étude des variétés de Trapa Natans L. SA Genève, 1899.

Ein Besuch bei einem Cinchonenpflanzer Javas. SA o. O. 1900.

Von Herrn L. Niesten in Bruxelles:

Bulletin mensuel du magnétisme terrestre. 1899, Juillet-Octobre, 1900, Janvier-Février. Bruxelles 1899/1900.

Von Herrn G. Claraz in Lugano:

Revue scientifique, 4e série, tome XII, 2e sémestre no. 24—27; tome XIII, no. 1—26; tome XIV, no. 1—20.

Von Herrn Dr. Ant. v. Schulthess-Schindler in Zürich:

La Faune entomolog. du Delagoa. Hymenoptères, Orthoptères. SA Lausanne, 1899.

Von Herrn Geheimrat Prof. Dr. Alb. v. Kölliker in Würzburg:

Sur l'entrecroisement des pyramides chez les Marsupiaux et les Monotrèmes. SA Paris, 1900.

Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie, Bd. LXVII, No. 1—4; Bd. LXVIII, No. 1 - 3.

Von Herrn Dr. O. E. Imhof in Königsfelden:

Punktaugen bei Tipuliden. SA o. O. 1900.

G. Burckhardt, Faunist. und systemat. Studien über das Zooplankton der grösseren Seen der Schweiz und ihrer Grenzgebiete. Diss. SA Erlangen, 1900.

Von Herrn Prof. Dr. Arn. Lang in Zürich:

Agricultural Gazette, vol. X no. 1, 4—12.

Von Herrn Prof. Dr. Ernst Kalkowsky in Dresden:

Hanns Bruno Geinitz. Die Arbeit seines Lebens. Rede. SA Dresden, 1900.

Von Herrn Franz Rogel in Mitweida, Sachsen:

Die Entwicklung nach Bernoulli'schen Funktionen. SA Leipzig, Dresden, 1900.

Note über Kugelfunktionen. SA Prag, 1898.

Rekursive Bestimmung der Anzahl Primzahlen unter gegebenen Grenzen. SA Prag, 1899.

Von Herrn Prof. Dr. P. Bachmetjew in Sofia:

Ueber die Temperatur der Insekten nach Beobachtungen in Bulgarien. SA Leipzig, 1899.

Von Herrn Dr. Wilh. v. Muralt in Zürich:

Mitteilungen der naturforsch. Gesellschaft in Zürich, Heft 1—10.

Vierteljahrsschrift der naturforsch. Gesellschaft in Zürich, Bd. I—XXXIV; XXXV, Heft 1, 2.

Von Herrn Prof. Dr. H. v. Wild in Zürich:

Ueber den säkulären Gang der Inklination und Intensität des Erdmagnetismus in St. Petersburg-Pawlowsk. SA St. Petersburg, 1900.

Description des instruments magnét. exposés par l'Observatoire phys. central Nicolas à St-Pétersbourg dans le pavillon magnétique de la section russe de l'exposit. univers. à Paris 1900. SA St-Pétersbourg, 1900.

Von Herrn Prof. Ant. Magnin in Besançon:

Archives de la Flore jurassienne. Recherches à faire. no. 1—9. Besançon, 1900.

Von Herrn Prof. Dr. Franz Reuleaux in Berlin:

Kinematik im Tierreich. 3. Abschnitt. SA Braunschweig, 1900.

Von Herrn Mich. Stossich in Triest:

Contributo allo studio degli Elminti. Trieste, 1900.

Von Herrn Dr. Fritz Sano in Anvers:

Handelingen van het derde Vlaamsch Natuur- en Geneeskundig Congres Antwerpen 1899.

Von Herrn Prof. Dr. Hch. Weber in Strassburg:

Die partiellen Differential-Gleichungen der mathemat. Physik. I. 4. Aufl. Braunschweig, 1900.

Von Herrn Prof. Dr. Hch. Suter in Kilchberg:

Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke. Leipzig, 1900.

Von Herrn A. Bodmer-Beder in Zürich:

Durch Gebirgsdruck gebogene Quarzkristalle. SA Stuttgart, 1900.

Von der tit. Stadtbibliothek in Zürich:

32 Dissertationen und kleinere Broschüren verschiedenen Inhalts.

Von Herrn Prof. A. Wolfer in Zürich:

Astronomische Mitteilungen No. 91. Zürich.

Von Herrn Dr. P. Culmann in Paris:

Verzeichnis der Laubmoose des Kantons Zürich. Unter Mitwirkung von J. Weber zusammengestellt von P. C. SA Winterthur, 1901.

Von Herrn Prof. Gouzy in Zürich V:

Krippendorf, Herm. Modell eines steuerbaren Luftschiffs. Aarau, 1875.

Die Blitzgefahr. Mitteilungen und Ratschläge, No. 1, 2. Berlin 1886, 1891.

Schafstein, Carl. Ausdehnung eines die geradlinigen Strahlensysteme betreffenden Problems auf die n dimensiale homogene Raumform. Diss. Bonn, 1888.

Bermbach, Willib. Ueber n -mal nacheinander angewandte Substitutionen, durch welche die Quadrate in sich selbst transformiert werden. Diss. Bonn, 1887.

Sonnenburg, Ludw. Analytische Untersuchungen über ein Problem der Dynamik. Bonn, 1884.

Von Herrn Dr. A. Bertschinger, Stadtchemiker in Zürich:

Vierteljahrsschrift d. naturforsch. Gesellschaft in Zürich, Bd. XXIX—XXXX.

Von Herrn Pfarrer Theod. Menzi in Kilchberg bei Zürich:

Der Materialismus vor dem Richterstuhl der Wissenschaft. Zürich, 1898.

B. Im Tausch gegen die Vierteljahrsschrift.

a) Schweiz.

Basel. Naturforschende Gesellschaft, Verhandlungen, Bd. XII, No. 2 u. Anhang; 3.

Bern. Schweizer. naturforschende Gesellschaft. Geolog. Kommission, Beiträge zur geolog. Karte, Bl. XVI., 2. Aufl., mit Text, neue Folge, Lieferung 9.

Bern. Schweizer. botanische Gesellschaft, Berichte, Heft 10. Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz, Bd. I, Heft 2.

Bern. Naturforschende Gesellschaft, 1894, Heft No. 1335—1372.

Bern. Eidg. Oberbauinspektorat, Hydrometrische Abteilung, Graphische Darstellung der schweiz. hydrometrischen Beobachtungen 1899.

Chur. Naturforschende Gesellschaft Graubündens, Jahresbericht, neue Folge, 43 (1899/1900).

Fribourg. Société fribourgeoise des sciences naturelles, Bulletin, vol. VII, no. 3, 4.

Genève. Société helvétique des sciences naturelles, Compte rendu des travaux 1899.

Lausanne. Société vaudoise des sciences naturelles, Bulletin, 4e série, vol. XXXV, no. 133, 134; vol. XXXVI, no. 135—137.

Luzern. Naturforschende Gesellschaft, Mitteilungen, Heft 3 (1898/1900).

Neuchâtel. Société neuchâteloise de Géographie, Bulletin, tome XII.

Neuchâtel. Commission géodesique suisse, Procès verbaux, Session 42 et 43 (1899); 44 (1900).

St. Gallen. Naturwissenschaftliche Gesellschaft, Bericht 1897/1898.

Schaffhausen. Schweizerische Entomologische Gesellschaft, Mitteilungen, vol. X, No. 6, 7.

Winterthur. Naturwissenschaftliche Gesellschaft, Mitteilungen, 1899, Heft 2.

Zürich. Schweizer. Ingenieur- u. Architektenverein, Schweizer. Bauzeitung, Bd. XXXIV, No. 24—26: Bd. XXXV, No. 1—26; Bd. XXXVI, No. 1—21.

Zürich. Museumsgesellschaft, Jahresbericht für 1899.

Zürich. Stadtbibliothek, Jahresbericht für 1899.

Zürich. Zuwachsverzeichnis der Bibliotheken in Zürich, Jahrg. III (1899 II), Jahrgang IV (1900 I).

Zürich. Akademischer Leseverein beider Hochschulen, Jahresbericht XXX.

Zürich. Kantonsbibliothek, Katalog der Bibliothek der Kantonal-Lehranstalten. Fortsetzung, enthaltend den Zuwachs von 1859—1898, Bd. I.

Zürich. Schweizerische Meteorologische Centralanstalt, Annalen 1898.

b) Deutschland.

Augsburg. Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben und Neuburg. Bericht XXXIV.

Bamberg. Naturforschende Gesellschaft, Berichte X; XI 1, 2; XVII.

Berlin. Deutsche Chemische Gesellschaft, Berichte Bd. XXXII, No. 17—19; Bd. XXXIII, No. 1—16.

Berlin. Kgl. preuss. meteorolog. Institut. Veröffentlichungen. Ergebnisse der Beobachtungen an den Stationen II. u. III. Ordnung im J. 1895, Heft 3; 1899, Heft 1 u. 2; Ergebnisse der Niederschlags-Beobachtungen 1895/96; Ergebnisse der Gewitter-Beobachtungen 1897; Bericht über die Tätigkeit 1899 u. Beilage.

Berlin. Kgl. preuss. Akademie der Wissenschaften, Sitzungsberichte 1899, No. 39—53; 1900, No. 1—38.

Berlin. Deutsche geologische Gesellschaft, Zeitschrift, Bd. LI, No. 3, 4; Bd. LII, No. 1, 2.

Berlin. Botanischer Verein der Provinz Brandenburg, Verhandlungen, Bd. XXXXI (1899).

Berlin. Naturwissenschaftl. Verein des Regier.-Bezirks Frankfurt, Helios, Bd. XVII; Societatum litterae 1899, Bd. XIII, No. 1—12.

Berlin. Gesellschaft Naturforschender Freunde, Sitzungsberichte 1899, 1900, No. 1—8.

Berlin. Preuss. geolog. Landesanstalt und Bergakademie, Jahrbuch, Bd. XVII—XIX (1896—98).

Bonn. Naturhistor. Verein der preuss. Rheinlande, Verhandlungen, Jahrg. LVI, 2. Hälfte.

Bonn. Niederrhein. Gesellschaft für Natur- u. Heilkunde, Sitzungsberichte 1899, 2. Hälfte.

Bremen. Naturwissenschaftl. Verein, Abhandlungen, Bd. XVI, No. 3.

Bremen. Deutsches meteorolog. Jahrbuch, Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen 1899.

Breslau. Schlesische Gesellschaft für vaterländische Kultur, Jahresbericht LXXVI (1898); LXXVII (1899) u. Beilage.

Chemnitz. Naturwissenschaftl. Gesellschaft, Bericht XIV (1896—99).

Danzig. Naturforsch. Gesellschaft, Schriften, neue Folge, Bd. X, No. 1.

Darmstadt. Verein für Erdkunde u. geolog. Landesanstalt, Notizblatt, IV. Folge, Heft 20.

Donaueschingen. Verein für Geschichte und Naturgeschichte der Baar, Schriften X (1900).

Dresden. Naturwissenschaftl. Gesellschaft „Isis", Sitzungsberichte und Abhandlungen, 1899 Januar—Dezember, 1900 Januar—Juni.

Düsseldorf. Naturwissenschaftl. Verein, Mitteilungen, Heft 4 (Festschrift).

Emden. Naturforsch. Gesellschaft, Jahresbericht LXXXIII, LXXXIV (für 1897—99).

Erlangen. Physikal.-medizin. Societät, Sitzungsberichte, Heft 31 (1899).

Frankfurt a. M. Senckenberg. naturforsch. Gesellschaft, Abhandlungen, Bd. XX, No. 2; XXVI, No. 1; Bericht 1899.

Frankfurt a. M. Physikal. Verein, Jahresbericht 1898—99.

Freiburg i. B. Naturforschende Gesellschaft, Berichte, Bd. XI, No. 2.

Fulda. Verein für Naturkunde, Ergänzungsheft 1.

Görlitz. Oberlausitzische Gesellschaft der Wissenschaften, Neues Lausitzer Magazin, Bd. LXXV, Heft 2.

Göttingen. Kgl. Sternwarte, Astronom. Mitteilungen, No. 6.

Göttingen. Kgl. Akademie der Wissenschaften, Nachrichten, Mathemat.-physikal. Klasse 1899, Bd. III, 1900, I. II.; Geschäftl. Mitteilungen 1900, I.

Greifswald. Geograph. Gesellschaft, Jahresbericht VII (1898—1900).

Greifswald. Naturwissenschaftl. Verein für Neu-Vorpommern und Rügen, Mitteilungen 31.

Halle a. d. S. Kaiserl. Leopold.-Carolin. deutsche Akademie der Naturforscher, Leopoldina, Bd. XXXV, No. 11, 12; XXXVI, No. 1—10.

Hamburg. Verein f. naturwissenschaftl. Unterhaltung, Verhandlungen, Bd. X.

Hamburg. Mathemat. Gesellschaft, Mitteilungen, Bd. III, Heft 10.

Hamburg. Naturwissenschaftl. Verein, Verhandlungen, 1899 (3. Folge, VII), Abhandlungen Bd. XVI, Heft 1.

Heidelberg. Naturhistor.-medizin. Verein, Verhandlungen, neue Folge, Bd. VI, No. 3.

Hof. Nordoberfränkischer Verein für Natur-, Geschichts- u. Landeskunde, Bericht II (1900).

Karlsruhe. Naturwissenschaftl. Verein, Verhandlungen, Bd. XII, XIII.

Kassel. Verein für Naturkunde, Abhandlungen und Bericht XLV.

Kiel. Kommission zur wissenschaftl. Untersuchung der deutschen Meere und die biolog. Anstalt auf Helgoland, wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, neue Folge, Bd. III, No. 2; IV, No. 1.

Kiel. Naturwissenschaftl. Verein für Schleswig-Holstein, Schriften, Bd. XI, Heft 2.

Königsberg. Physikal.-ökonom. Gesellschaft, Jahrgang XXXX.

Leipzig. Kgl. sächsische Gesellschaft der Wissenschaften, Abhandlungen, Bd. XXV, No. 4—7; XXVI, No. 1—3; Berichte: Allgem. Teil, Bd. LI, naturwissenschaftl. Teil, Bd. LI,; mathemat.-physikal. Klasse, mathemat. Teil, Bd. LI, No. 5, 6; Bd. 52, No. 1—4.
Leipzig. Deutsche physikal. Gesellschaft, Verhandlungen I, No. 14, 15; II, No. 1—14.
Leipzig. Naturforsch. Gesellschaft, Sitzungsberichte, Jahrgang XV, XVI, XIX—XXI, XXIV—XXV.
Leipzig. Verein für Erdkunde, Mitteilungen 1899.
Leipzig. Fürstl. Jablonowskische Gesellschaft, Jahresbericht 1900.
Lübeck. Geographiche Gesellschaft, Mitteilungen, II. Reihe, Heft 9; Festschrift 1900.
Magdeburg. Naturwissenschaftl. Verein, Jahresbericht und Abhandlungen 1898—1900.
München. Ornitholog. Verein, Jahresbericht für 1897—98.
München. Bayerische botan. Gesellschaft, Berichte, Bd. VII, Abt. 1, 2.
München. Kgl. bayer. Akademie der Wissenschaften, Abhandlungen, Bd. XX, Abteilung 2; Bd. XXI, Abteilung 1 u. 2 Beilagen; Sitzungsberichte 1899, No. 3; 1900, No. 1, 2.
München. Gesellschaft für Morphologie und Physiologie, Sitzungsberichte 1899, Bd. XV, Heft 3.
Münster. Westfäl. Provinzialverein für Wissenschaft und Kunst, Jahresbericht XXVII.
Mulhouse, Société Industrielle, Bulletin 1899, Novbre-Décbre, 1900, Janvier-Octobre; Verzeichn. der Preisaufgaben 1901, Jahresbericht 1900.
Nürnberg. Naturhistor. Gesellschaft, Abhandlungen XIII.
Posen. Naturwissenschaftl. Verein der Provinz Posen, Zeitschrift der botan. Abteilung, Bd. VI, No. 3; VII, No. 1.
Regensburg. Naturwissenschaftl. Verein, Berichte, Heft 7 (1898/99).
Stettin. Entomolog. Verein, Entomolog. Zeitung, Bd. LIII—LXI (1892—1900).
Strassburg. Geologische Landesanstalt von Elsass-Lothringen, Mitteilungen, Bd. V, Heft 1, 2.
Strassburg. Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, des Ackerbaus u. d. Künste, Monatsbericht, Bd. XXXIII, No. 10; Bd. XXXIV, No. 1—6.
Stuttgart. Naturwissenschaftl. Verein für Sachsen u. Thüringen, Zeitschrift für Naturwissenschaften, Bd. LXXII, Heft 3—6; Bd. LXXIII, Heft 1, 2.
Stuttgart. Verein für vaterländ. Naturkunde in Württemberg, Jahreshefte, Jahrgang LVI (1900).
Wiesbaden. Nassauischer Verein für Naturkunde, Jahrbücher LIII.
Würzburg. Physikal.-medizin. Gesellschaft, Sitzungsberichte 1899, No. 1—7.
Zwickau. Verein für Naturkunde, Jahresbericht 1898.

c) Oesterreich.

Agram. Societas historico-naturalis croatica, Glasnik, Godina X, Broj 1—6; Godina XI, Broj 1—6.

Brünn. Museum Francisceum, Annales, 1898.

Brünn. Naturforsch. Verein, Verhandlungen, Bd. XXXVII, und Beilage: Bericht der meteorol. Kommission XVII (1897).

Budapest. Ungar. geolog. Anstalt, Mitteilungen aus dem Jahrbuche, Bd. XII, No. 1, 2 u. Beilage; XIII, No. 1—3; Zeitschrift der ungar. geolog. Gesellschaft, Bd. XXIX, Heft 1, 5—12; XXX, Heft 1—4; Register der Jahresberichte 1882—91.

Budapest. Ungar. Reichsanstalt für Meteorologie u. Erdmagnetismus, Jahrbücher 1898, Bd. XXVIII, Teil 1; 1899, Bd. XXIX, Teil 2, Publikationen 1900, Teil II, III.

Graz. Naturwissenschaftl. Verein für Steiermark, Mitteilungen, Bd. XXXVI (1899).

Innsbruck. Ferdinandeum, Zeitschrift, 3. Folge, Heft 43, 44.

Klausenburg. Medizin.-naturwissenschaftl. Sektion der siebenbürg. Musealvereins, Sitzungsberichte: 1. Aerztl. Abteilung, 23. Jahrg. (Bd. XX), Heft 1—3; 2. Naturwissenschaftl. Abteilung, 23. Jahrg. (Bd. XX), Heft 1—3; 24. Jahrgang (Bd. XXI), Heft 2—3.

Krakau. Akademie der Wissenschaften, Anzeiger 1899, Okt.—Dezbr.; 1900, Januar—Juli.

Laibach. Musealverein für Krain. Mitteilungen, Jahrg XII, No. 1—6; Jzvestja, Letnik IX, Sesitete 1—6.

Linz. Verein für Naturkunde in Oesterreich ob der Enns, Jahresberichte 9, 10, 12, 29.

Linz. Museum Francisco-Carolineum, Jahresbericht LVIII.

O'Gyalla. Astrophysikal. Observatorium, Beobachtungen, Bd. XV—XXI u. Beilage.

Prag. Kgl. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften, Abhandlungen, 6. Folge, Bd. V, von Matzka, Solin, Weyr, Küpper; 6. Folge, Bd. VI, von Weyr, Jahresbericht 1899; Sitzungsberichte der mathemat.-naturwissenschaftl. Klasse 1899.

Prag. Deutsch. naturwissenschaftl.-medizin. Verein für Böhmen „Lotos“, Abhandlungen, Bd. II, Heft 1—2; Sitzungsberichte, Bd. XVI—XIX.

Prag. Kais. Franz Joseph Akademie, Rozpravy Trida II, Rocnik 8 u. Beilage.

Prag. Lese- und Redehalle der deutschen Studenten, Bericht 1899.

Pressburg. Verein für Natur- und Heilkunde, Verhandlungen, neue Folge, Bd. XI.

Trencsin. Naturwissenschaftl. Verein des Trencsiner Comitates, Jahreshefte 21—22 (1898/99).

Trient. Tridentum, Rivista mensile di studi scientifici anno II, fasc. 8—10; III, fasc. 1—6.

Wien. Zoologisch-Botan. Gesellschaft, Verhandlungen, Bd. IL (1899).

Wien. K. K. Zentral-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus, Jahrbücher 1897, neue Folge, Bd. XXXIV, Heft 2.

Wien. Verein zur Verbreitung naturwissenschaftl. Kenntnisse, Schriften Bd. XXXX.

Wien. K. K. Geologische Reichsanstalt, Jahrbuch, Bd. IL, Heft 3, 4; Bd. L, Heft 1; Verhandlungen 1899, Heft 11—18; 1900, Heft 1—10.
Wien. Kais. Akademie der Wissenschaften, mathemat.-naturwissenschaftl. Klasse, 3. Abteil. 1889, Bd. IIC, Heft 1—10.
Wien. Bosnisch-herzegow. Landesmuseum in Serajewo, wissenschaftl. Mitteilungen aus Bosnien u. der Herzegowina, Bd. VI; VII, Teil 3.
Wien. Oesterr. Touristen-Club, Sektion f. Naturkunde, Mitteilungen, Bd. XI.

d) Holland.

Amsterdam. Kgl. Akademie der Wetenschappen, Jaarboek 1899; Proceedings, Bd. II; Verhandelingen I. Sectie Teil VII, No. 1—5; II. Sectie Teil VII, No. 1—3; Verslag Teil 8.
Haarlem. Musée Feyler, Archives série II, vol. VI, 4ᵉ partie; 5ᵉ partie; vol. VII, 1ʳᵉ partie.
La Haye. Société holland. des Sciences à Harlem, Archives néerland. des sciences exactes et natur., serie II, tome III, livr. 2—5; tome IV, livr. 1.
Nijmegen. Nederlandsche botanische Vereeniging, Nederlandsch kruidkundig Archief, 3ᵉ Serie, 2. Teil, No. 1.
Utrecht. Koningl. Nederl. Meteorolog. Instituut, Meteorol. Jaarboek 1897.

e) Dänemark, Schweden, Norwegen.

Bergen. Bergens Museum. Sars: Crustacea vol. III, part. 1—8; Aarbog 1899 Heft 2; 1900 Heft 1; Aarsberetning 1899.
Christiania. Norske Nordhaus-Expedition, Zoologi. Bd. XXV—XXVII.
Kjobnhavn. Kongel. Danske Videnskabernes Selskabs-Forhandlinger, Oversigt 1899, No. 4—6; 1900, No. 1—3.
Kjobnhavn. Société botanique, Journal, Bd. XXIII, Heft 1.
Stavanger. Stavanger Museum, Aarsberetning X (1899).
Stockholm. Entomologiska Föreningen, Entomologisk Tidskrift, Bd. XX (1899), No. 1—4.
Stockholm. Académie royale des sciences, Handlinger, Bd. XXXII und Beilage; Bihang Bd. XXV, Sektion 1—4; Observations météorol. suédoises vol. XXXVI (2ᵉ série vol. XXII), 1894.
Trondjem. Kongel. Norske Videnskabers Selskabs Skriften 1899.
Upsala. Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften, Nova Acta, 3ᵉ série, vol. XIV, fasc. 2 (1891), vol. XVIII, fasc. 2 (1900).
Upsala. Universität, Bulletin of the geological Institution, 1899, vol. IV, part 2, No. 8; Aarskrift 1899; Meddelanden No. 1—6, 8—10, 12—15.

f) Frankreich.

Besançon. Société d'emulation du Doubs, Mémoires, 7ᵉ série, vol. III (1898).
Bordeaux. Société Linnéenne, Actes, vol. LIV, 6ᵉ série, tome IV.
Charleville. Société d'histoire natur., Bulletin, tome V (1898).
Clermont-Ferrand. Société des Amis de l'Université de Clermont, Revue d'Auvergne, tome XVI, no. 4—6; XVII, no. 1.

Lille. Société géologique du Nord, Annales, tome XI—XIV, XVI.
Marseille. Faculté des sciences, Annales, tome X, no. 1—6.
Montpellier. Académie des sciences et lettres, Mémoires de la section des sciences, 2e série, tome II, no. 6—7.
Nancy. Société des sciences, Bulletin, série II, tome XVI, fasc. 3, 4; série III, tome 1, fasc. 1—3.
Nantes. Société des sciences naturelles de l'Ouest de la France, Bulletin IX (1899), no. 3, 4.
Paris. Société de biologie, Comptes rendus, 11e série, tome I, no. 37—40; tome LII, no. 1—35; volume jubilaire: Cinquantenaire.
Paris. Société des Jeunes Naturalistes, Feuille, 3e série, XXXe année, no. 351—61; Catalogues, fasc. 28, 29.
Paris. Société Mathémat. de France, Bulletin, tome XXVII, fasc. 4; tome XXVIII, fasc. 1—3.
Paris. Société géolog. de France, Bulletin, tome XXVI (1898), no. 7; tome XXVII (1899), no. 4, 5; tome XXVIII (1900), no. 1.
Paris. Ministère des Travaux publics, Etudes des Gîtes minéraux de la France, fasc. 3 (texte); fasc. 4 et Atlas; fasc. 5.
Paris. Bulletin scientifique de la France et de la Belgique, tome XXXII (1899).
Toulouse. Université, Annales de la faculté des sciences, 2e série, tome I, fasc. 4; tome II, fasc. 1.
Toulouse. Société d'histoire naturelle, Bulletin, années XXIX—XXXII.

g) Belgien.

Anvers. Société royale de géographie, Bulletin, tome XXIII, fasc. 3, 4; tome XXIV, fasc. 1—3.
Bruxelles. Société belge de microscopie, Annales, tome XXIV; Bulletin, année XXV, no. 8.
Bruxelles. Société belge de géologie, 2e série, tome II, XIIe année, tome XII, fasc. 2; tome III, XIIIe année; tome XIII, fasc. 1; tome IV, XIVe année; tome XIV, fasc. 1—3.
Bruxelles. Société royale de botanique de Belgique, Bulletin, tome XXXVIII.
Bruxelles. Société royale malacologique de Belgique, Annales, tome XXXI, fasc. 2; XXXIII, XXXIV, pag. 81—128.
Bruxelles. Observatoire royale de Belgique, Annuaire 1898, avec supplém.; 1899, 1900.
Bruxelles. Société entomologique de Belgique, Annales, tome XLIII; Mémoires, tome VII.
Bruxelles. Société royale des sciences de Liège, Mémoires, 3e série, tome II.

h) England.

Belfast. Natural history and philosophical Society, Report and Proceedings 1898/99.
Bristol. Naturalists Society, Proceedings, new series, vol. IX, part 1.

Cambridge. Philosophical Society, Proceedings, vol. X, part 4—6; Transactions, vol. XVIII, XIX, part 1.

Dublin. Royal Irish Academy, Cunningham Memoirs, no. 9, part 2, with plates and appendix; Proceedings, 3d series, vol. III, no. 2; vol. V, no. 4, 5.

Dublin. Royal Dublin Society, Scientific Proceedings, vol. IX, part 1; Economie Proceedings, vol. I, part 1; Scientific Transactions, vol. VII (series II), no. 2—7; Index to the Scient. Proceed. and Trans. 1877/98.

Edinburg. Scottish natural history Society, Transactions, Session XVIII, vol. I, no. 1.

Edinburg. Royal College of Physicians, Report VII.

Edinburg. Royal Society, Proceedings, vol. XXII (1897/99); Transactions, vol. XXVII, no. 2, 4; XXVIII, no. 1, 3; XXX, no. 2–4; XXXI; XXXII, no. 1—4; XXXIII, no. 1—3; XXXIV; XXXV, no. 1—4; XXXIX, no. 2—4.

Edinburg. Scottish geographical Society, Magazine, vol. XVI, no. 1—11.

Edinburg. Royal physical Society, Proceedings 1898–99.

London. Royal Observatory, Greenwich, Astronomical, Magnetical and Meteorol. Observations 1893—96; Annals of the Cape Observatory vol. I, no. 1, 3, 4, 6, 7; Results of meridian observations of stars, Royal Observatory, Cape of Good Hope 1861—65; 1888—95 and Appendix 1890 I; Report of Her Majestys Astronomer of the Cape of Good Hope 1899.

London. Royal geographical Society, Geographical journal, vol. XV, no. 1—6; XVI, no. 1–5.

London. Royal microscopical Society, Journal, 1899, part 6; 1900, part 1—5.

London. Linnean Society Journal:

Botany, vol. XXVI, no. 178; vol. XXVII, no. 181, 182; XXIX, no. 204; XXX, no. 211; XXXI, no. 212—217; XXXIV, no. 240, 241.

Zoology: vol. XXV, no. 161, 162; XXVII, no. 177, 178; vol. XXVIII, no. 179—180; Proceedings 112th session 1899—1900; List 1899–1900.

London. Mathematical Society, Proceedings vol. XXXI, no. 691—709; vol. XXXII, no. 710—21; Index vol. I—XXX; List of members 1899.

London. Royal Institution of Great Britain, Proceedings vol. XIII, part 1, no. 84.

London. Zoological Society, Proceedings 1899, part 4; 1900, part. 1—3 and List of members; Transactions vol. XV, part. 4.

London. Royal Society, Proceedings vol. LXV, nr. 422, 423; vol. LXVI, no. 424—434 und Beilagen; vol. LXVII, no. 435—38.

Manchester, Literary and Philosophical Society, Memoirs and Proceedings vol. XLIII, part. 5; vol. XLIV, part. 1—5.

Manchester. Manchester Museum, Owens College, Report 1899—1900 (Publication 31); Notes no. 6 (Public. 29, 30).

i) Italien.

Catania. Academia Gioenia, Bollettino delle sedute, fasc. 60—63; Atti, anno LVI (1899), seria IV, vol. XII.
Milano. Società italiana di scienze naturali e del Museo Civico, Atti, vol. XXXVIII, no. 4; XXXIX, no. 1, 2.
Modena. Società dei naturalisti e matematici, Atti, seria IV, vol. I (anno 32), 1899.
Napoli. Accademia delle scienze fisiche e matematiche, Rendiconto, seria III, vol. V, fasc. 8—12; vol. VI, fasc. 1—7.
Padova. Società Veneto-Trentina di scienze naturali, Atti, seria II, vol. IV, fasc. 1.
Palermo. R. Istituto botanico, Contribuzioni alla biologia vegetale, vol. II, fasc. 1—3; R. Orto botanico, anno III, fasc. 1—4.
Palermo. Società di scienze naturali ed economiche, Giornale, vol. XXII (1899).
Pisa. Società Toscana di scienze naturali, Atti, processi verbali, vol. XI, pag. 159—178; XII, pag. 1—60.
Roma. R. Comitato geologico d'Italia, Bollettino, vol. XXX (1899), no. 3, 4; XXXI (1900), no. 1, 2.
Roma. R. Accademia dei Lincei, Atti, vol. VIII, semestre 2, fasc. 11, 12; vol. IX, semestre 1, fasc. 1—12; semestre 2, fasc. 1—9; Rendiconto CCXCVII (1900).
Roma. Società Romana di Antropologia, Atti, vol. VI, fasc. 3; vol. VII, fasc. 1.
Roma. Società Romana per gli studi zoologici (von Bd. IX an Società Zoologica Italiana), vol. VIII, fasc. 1—5; seria II, vol. IX, no. 1, 2.
Rovereto. J. R. Accademia di scienze lettere ed arti degli Agiati; seria III, vol. V, fasc. 3—4, 1899, Juli bis Dezember; vol. VI, fasc. 1—3.
Torino. R. Accademia delle scienze, Atti, vol. XXXIV, no. 11—15 und Beilage; XXXV, no. 1—6 und Beilage; Memorie, 2e seria, tomo IL.

k) Spanien und Portugal.

Coimbra. Universidade, Jornal de sciencias mathematicas e astronomicas, vol. XIII, no. 6; XIV, no. 1, 2.
Lisboa. Sociedade de geographia, Boletim, 17a seria, 1898—99, no. 1—4.
Lisboa. Commissão dos trabalhos geologicos de Portugal, 2 Karten von Portugal.
Lisbonne. Choffat, Recueil de monographies statigraphiques sur le système crétacique du Portugal, no. 2.
Porto. Sciencias naturaes, Annaes (A. Nobre), vol. VI.

l) Russland.

Dorpat. Naturforscher-Gesellschaft, Sitzungsberichte, Bd. XII, Heft 2.
Ekatherineburg. Société Ouralienne, Bulletin, tome XX, no. 1; tome XXI et annexe.

Helsingfors. Commission géolog. de la Finlande, Bulletin, no. 6, 9–11; Carte géolog., no. 34 und Kartbladet; no. 35 und Kartbladet (Undersökning).

Helsingfors. Finska Vetenskaps-Societetens, Bidrag 58; Förhandlingar, Bd. XL (1897–98); XLI (1898–99).

Kiew. Société des Naturalistes, Mémoires, tome XVI, no. 1.

Moscou. Société impériale des naturalistes, Bulletin 1899, no 1—4.

Riga. Technischer Verein, Industrie-Zeitung, Bd. XXV, No. 22—24; Bd. XXVI, No. 1—20.

Riga. Naturforscher-Verein, Arbeiten, n. Folge, Heft 8, 9; Korrespondenzblatt, Bd. XLII.

St. Petersburg. K. mineralog. Gesellschaft, Verhandlungen, 2. Serie, Bd. XXXVII, Lfg. 1, 2; Bd. XXXVIII, Lfg. 1.

St. Petersburg. Académie impériale des sciences, Bulletin, 5e série, Bd. X, no. 5; Bd. XI, no. 1—5; Bd. XII, no. 1; Mémoires, 8e série, tome VIII. no. 8; IX, no. 3, 7.

St. Petersburg. Comité géolog., Bulletins, vol. XVIII, no. 3—10; Mémoires, vol. VII, no. 3; IX, no. 5: XV, no. 3.

St. Petersburg. Acta horti petropolitani, Bd. XV, fasc. 2.

St. Petersburg. Observatoire physique central Nicolas, Annales, 1898, I, II und Beilage 1.

m) Nord-, Süd- und Central-Amerika.

Baltimore. John Hopkins University, Circulars, Bd. XIX, no. 142, 143.

Baltimore. American chemical Journal, vol. XXI, no. 6; XXII, 1–6; XXIII, 1–3.

Boston. Society of Natural History, Proceedings, vol. XXIX, no. 1—8.

Boston. American Academy of Arts and Sciences, Proceedings, vol. XXXV, no. 4—27; XXXVI, no. 1—4.

Buenos-Ayres. Museo Nacional, Comunicaciones, tomo I, no. 5, 6.

Buenos-Ayres. Museo Publico, Anales, Bd. I, no. 1–6; II, 1—6; III, 1, 4, 5.

Buenos-Ayres. Deutsche akadem. Vereinigung, Veröffentlichungen, Bd. I, Heft 1–3.

Buffalo. Society of Natural Sciences, Bulletin, vol. VI, no. 2—4.

Cambridge. Museum of Comparative Zoology, Bulletin, vol. XXXIV; XXXV, no. 3–8; XXXVI, no. 1—4; XXXVII, no. 1, 2.

Chapel Hill. Elisha Mitchell Scientific Society, Journal, vol. XIV, part 2; XVI, no. 2.

Chicago. Academy of Sciences, Annual Report 38 (1895); Bulletin, vol. I, no. 1–10; vol. II, no. 1, 2 und Beilagen. Bulletin, Geolog. and Natural History, Survey, no. 1; vol. III, no. 1.

Cincinnati. Society of Natural History, Journal, vol. XIX, no. 5, 6.

Cincinnati. Lloyd Library of Botany, Pharmacy and Materia Medica, Bulletin 1900, no. 1.

Colorado Springs. Colorado College Studies, vol. VIII.

Davenport. Academy of Natural Sciences, Proceedings, vol. VII.
Des Moines. Iowa Geological Survey, vol. IX; Annual Report 1898.
Halifax. Nova Scotian Institute of Science, Proceedings and Transactions, vol. X, part. 1.
Lancaster. American Mathematical Society, Bulletin, 2d series, vol. VI, no. 3—5, 8—10; VII, no. 1, 2; Transactions, vol. I, no. 1—3; Annual Register January 1900.
Lawrence. Kansas University Quarterly, vol. VIII, no. 4; Bulletin, vol. I, no. 2.
Lincoln. University of Nebraska, Agricultural Experiment Station, Bulletin, vol. IV, no. 19; VI, no. 32—34; VII, no. 38—41; XI, 55—59; University Studies, vol. II, no. 3; University Bulletins, serie IV, no. 8; Weather Review 1894—96.
Madison. Wisconsin Geological and Natural History Survey, Bulletin, no. 4.
Mexiko. Observatorio Meteorologico Central, Boletín mensual, 1899, Juli-Dezbr., 1900, Januar-Mai.
Mexiko. Segretario de Fomento, Boletín de Agricultura, Mineria e Industrias, año IX, no. 1—4.
Mexiko. Sociedad Scientifica „Antonio Alzate", Memorias y Revista, tomo XII, no. 11, 12; XIV, no. 1—4; 7—8.
Mexiko. Observatorio Astronomico Nacional, Anuario 1900.
Mexiko. Instituto Geologico de Mexico, Boletin, no. 12, 13.
Minneapolis. Geological and Natural History Survey of Minnesota, Annual Report XXIV (1895—98).
Montevideo. Museo Nacional, Anales, tomo II, fasc. 12; III, fasc. 13, 14.
New Haven. American Journal of Science, vol. IX, 1900, Januar-Juni; vol. X, 1900, Juli-Novbr.
New-York. Academy of Sciences, Memoirs, vol. II, part 1; Transactions, vol. IX, no. 3, 4; X, no, 1; XI, no. 6—8; XIII.
New-York. American Museum of Natural History, Bulletin, vol. XII (1899).
Ottawa. Geological Survey of Canada, Contributions to Canadian Palaeontology, vol. IV, part 1; Beilagen No. 685, 687.
Ottawa. Royal Society of Canada, Proceedings and Transactions, 2d series, vol. V.
Para. Museu Paraense, Boletim, vol. III, no. 1; Memorias, vol. I, part 1; II.
Philadelphia. American Philosophical Society, Proceedings, vol. XXXVIII, no. 160.
Philadelphia. Zoological Society, Annual Report XXVIII.
Philadelphia. Academy of Natural Sciences, Proceedings 1899, part 2, 3; 1900, part. 1.
Rio de Janeiro. Museu Nacional, Archivos, vol. X (1897—99); Revista, vol. I.
Rochester. Academy of Science, Proceedings, vol. III, no. 2, pag. 151—230.
San Francisco. California Academy of Sciences, Occasional Papers, vol VI; Proceedings, 3d series, Botany, vol. I, no. 6—9; Geology, vol. I, no. 5, 6; Zoology, vol. I, no. 11, 12.

San José. Museo Nacional de Costa Rica, Informe 1900.
Santiago. Deutscher wissenschaftl. Verein, Verhandlungen, Bd. II, no. 3, 5—6; Bd. IV, no. 1, 2.
Santiago. Société scientifique du Chili, Actes, tome VIII, no. 5.
St. Louis. Missouri Botanical Garden, Annual Report, no. 11.
Toronto. Canadian Institute, Proceedings, vol. II, part 3, no. 9; Transactions, vol. VI, part. 1, 2.
Tufts College Studies, no. 6.
Washington. American Association for the Advancement of Science, Proceedings, vol. 48.
Washington. Smithsonian Institution, United States National Museum, Proceedings, vol. XXI; Report 1897, I; Miscellanous Collections, no. 1173.
Washington. United States Naval Observatory, Report, June 30, 1899.
Washington. Department of Agriculture, Division of Biological Survey, Bulletin, no. 5, 9, 12, 13; North American Fauna, no. 13, 15, 17—19; Yearbook 1899.
Washington. United States Geological Survey, Bulletin, no. 157—162; Monographs, vol. XXXII, part 2; vol. XXXIII; XXXIV; XXXVI to XXXVIII; Annual Report, vol. XIX, part 2, 3, 5 and Atlas; vol. XX, part 1, 6, no. 1, 2.

n) Uebrige Länder.

Batavia. Natuurkundig Vereeniging in Nederl. Indie, Natuurkundig Tijdschrift, Bd. LIX.
Batavia. Royal magnetical and meteorological Observatory, Observations, vol. XXI (1898) und Supplem.; Regenwaarnemingen 1898.
Bombay. Anthropological Society, Journal, Bd. III, no. 2—6, 8; V, no. 1.
Brisbane. Royal Society of Queensland, Proceedings, vol. XV.
Calcutta. Geological Survey of India, General Report 1899/1900; Memoirs, vol. XXVIII, part 1; vol. XXIX; vol. XXX, p. 1; Palaeontologia Indica, serie XV, vol. I, part 2; vol. III, p. 1; new series, vol. I, p. 1, 2.
Calcutta. Asiatic Society of Bengal, Journal, vol. LXVIII, part 2, no. 2—4; vol. LXIX, part 2, no. 1; Proceedings 1899, no. 8—11; 1900, no. 1—8 und Beilage: Dictionary of the Lepcha-language.
Cape Town. South African Philosophical Society, Transactions, vol. XI, part. 1.
Madras. Madras Government Museum, Bulletin, vol. III, no. 1, 2.
Sidney. Australian Museum, Memoir, vol. III, part 10; Records, vol. III, no. 6, 7.
Sidney. Royal Society of New South Wales, Journal and Proceedings, vol. XXXIII.
Tokyo. Botanical Magazine, vol. XIV, no. 155—163.
Tokyo. Deutsche Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens, Bd. VII, no. 3.

Tokyo. Imperial University, College of Science, Journal, vol. XI, part 4; XII, p. 4; XIII, p. 1, 2; University Calendar 1899/1900.
Wellington. New Zealand Institute, Transactions and Proceedings, Bd. XXXI.

C. Anschaffungen.

Akademien und Allgemeines.

Archiv für Anthropologie, Bd. XXVI, No. 3, 4; XXVII, No. 1.
Archiv für die gesamte Physiologie (Pflüger), Bd. LXXVII, No. 9—10; Bd. LXXVIII, No. 3—12; Bd. LXXIX, No. 1—12; Bd. LXXX, No. 1—12; Bd. LXXXI, No. 1—12; Bd. LXXXII, No. 1—10; und Register zu Bd. XXXI—LXX.
Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. LV, Heft 3, 4; LVI, Heft 1—4.
Archivio per l'antropologia e la etnologia, Bd. XXIX, no. 2, 3.
Centralblatt, biologisches, Bd. XIX, No. 23, 24, und Register; Bd. XX, No. 1—22.
Compte rendu de l'Association française pour l'avancement des sciences, Session XXVII, part 1, 2; Sess. XXVIII, p. 1, 2.
Denkschriften der K. Akademie der Wissenschaften, Wien. Mathemat.-naturwissenschaftliche Klasse, Bd. LXVI, No. 3; Bd. LXVIII.
Denkschriften, neue, der allgem. schweizer. Gesellschaft für die gesamten Naturwissenschaften, Bd. XXXVI, No. 2; Bd. XXXVII.
Journal, the quarterly, of microscopical science, new series, vol. XLIII, no. 169—172; vol. XLIV, no. 173.
Magazine, philosophical, and Journal of Science, vol. XLVIII, no. 295; vol. XLIX, no. 296—301; vol. L, no. 302—306.
Naturalist, American, vol. XXXIII, no. 396; vol. XXXIV, no. 397—406.
Science, vol. X, no. 239—261; vol. XI, no. 262—293; vol. XII, no. 294—307.
Transactions, philosophical, of the Royal Society of London, serie A, vol. CXCIII, CXCIV; serie B, vol. CXCI, CXCII.
Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Tiere, Bd. XVII, Heft 1, 2.
Verhandlungen der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte, Bd. LXXI, Teil I; II, No. 1, 2.
Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie, Bd. XVI, No. 4; XVII, No. 1, 2.

Astronomie, Meteorologie.

Connaissance des temps, publ. par le Bureau des Longitudes, pour 1902.
Jahrbuch, astronomisches, für 1902.
Nachrichten, astronomische, Bd. CL, No. 3595, Bd. CLI, No. 3603—3672.
Zeitschrift, meteorologische, 1899, Heft 12; 1900, Heft 1—10.

Botanik.

Annales des sciences naturelles, 8e série, Botanique, tome X, no. 5, 6; tome XI, no. 1—6; XII, no. 1—6.

Annals of Botany, vol. XIII, no. 52; vol. XIV, no. 53—55.
Bibliotheca botanica, Heft 50.
Bulletin de la Société Botanique de France, vol. XLIV, 3e série, tome IV, no. 3; vol. XLVI, 3e série, tome VI, no. 4—7; vol. XLVII, 3e série, tome VII, no. 1—7.
Engler und Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien, No. 193—204 und Ergänzungsheft.
Hedwigia, Organ für Kryptogamenkunde, 1899, Bd. XXXVIII, No. 6; 1900, Bd. XXXIX, No. 1—5.
Jahrbücher f. wissenschaftl. Botanik, Bd. XXXIV, No. 3, 4; Bd. XXXV, No. 1—3.
Journal de Botanique, XIIIe année, no. 7, 9—12; XIVe année, no. 1—5.
Monatsschrift, deutsche botanische, vol. XVII, No. 7—12; vol. XVIII, No. 1.
Rabenhorst, Kryptogamenflora, Bd. I (6. Abteil.: Pilze), Lfg. 68—74; Bd. IV (3. Abteil.: Laubmoose), Lfg. 35.

Geographie, Ethnographie.

Abhandlungen der K. K. geographischen Gesellschaft in Wien, 1899, Bd. I, No. 1—5 (Schluss); 1900, Bd. II, No. 1—6.
Abhandlungen, geographische (Penck), Bd. VII, Heft 1.
Archiv, internationales, für Ethnographie, Bd. XII, Heft 5, 6; Bd. XIII, Heft 1—4 und Suppl.; 5.
Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde, Bd. XII, No. 4, 5; XIII, No. 1, 2.
Jahrbuch des schweizer. Alpenklubs, Jahrgg. 35 und Beil.
Jahrbuch, geographisches, Bd. XXII, 2. Hälfte; Bd. XXIII, 1. Hälfte.
Mitteilungen der geographischen Gesellschaft, Wien, Bd. XLII, No. 7—12; Bd. XLIII, No. 1-6.
Schrenck, L. v., Reisen und Forschungen im Amurlande, Anhang zu Bd. III, Lfg. 2, Linguist. Ergebnisse, 2. Abt. Goldisch-deutsch. Wörterbuch von W. Grube.

Geologie, Petrographie, Mineralogie und Palaeontologie.

Abhandlungen der schweizer. palaeontolog. Gesellschaft, Bd. XXVI (1899).
Abhandlungen, palaeontolog., n. Folge, Bd. IV, Heft 3.
Annales des Mines, 9e série, 1899, tome XVI, livr. 9—12; 1900, tome XVII, livr. 1—6; tome XVIII, livr. 7, 8, 9.
Beiträge zur Palaeontologie und Geologie Oesterreich-Ungarns und des Orients, Bd. XII, Heft 4; Bd. XIII, Heft 1, 2.
Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie, 1900, No. 1—10.
Eclogae geologicae helvetiae, vol. VI, No. 1-5.
Jahrbuch, neues, für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie, 1900, Bd. I, Heft 1—3; Bd. II, Heft 1, 2 und Beilage; Bd. XIII, Heft 1, 2.
Jahreshefte, geognostische, Bd. XI (1898); XII (1899).
Journal, the quarterly, of the geological Society, vol. LVI, part 1, no. 221, 222; part 2; part. 3, no. 223.

Lacroix, Minéralogie de la France, tome II, part 2.
Magazine, geological, new serie, Decade IV, vol. VI, no. 426; vol. VII, no. 427—437.
Palaeontographica, Bd. XLVI, no. 5, 6; Bd. XLVII, no. 1—3.
Tschermaks mineralogische und petrographische Mitteilungen, n. Folge, Bd. XIX, Heft 1—6.
Zeitschrift für Krystallographie, Bd. XXXII, Heft 2—6; XXXIII, Heft 1—5; Repertorium von 1891—97; Gener.-Reg. zu Bd. XXI—XXX, Teil 1, 2.

Mathematik.

Archiv der Mathematik und Physik, 2. Reihe, Teil XVII, No. 3, 4.
Dirichlet, G. Lejeune. D's. Werke, hgg. von Kronecker und Fuchs, Bd. II (Schluss).
Giornale di Matematiche, vol. XXXVII (1899), Novbr.-Dezbr.; vol. XXXVIII (1900), Janr.-Oktobr.
Gauss, Carl Frdr., Werke, Bd. VIII. Leipzig, 1900.
Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik, Bd. XXVIII, No. 3; Bd. XXIX, No. 1, 2.
Journal de Mathématiques, 5e série, tome V, no. 4; tome VI, no. 1—3.
Journal für reine und angewandte Mathematik, Bd. CXXI, Heft 3, 4; Bd. CXXII, Heft 1—4.
Journal, the quarterly, of pure and applied Mathematics, 1899, no. 123; 1900, no. 124—126.
La Place, Œuvres, tomes X—XII.
Reuleaux, Prof. F. Lehrbuch der Kinematik, Bd. II. Braunschweig, 1900.
Revue de Mathématiques, tome VI, no. 5; tome VII, no. 1.

Physik. Chemie.

Annalen der Physik und Chemie, 1899, No. 12; 1900 (Annalen der Physik), No. 1—11.
Annales de Chimie et de Physique, 7e série, 1900, tome XIX, Janvier-Avril; tome XX, Mai-Août; tome XXI, Sept.-Dezbr.
Beiblätter zu den Annalen der Physik, 1899, Bd. XXIII, No. 11, 12; Bd. XXIV, No. 1—9.
Beiträge zur Geophysik, Zeitschrift für physikalische Erdkunde, Bd. IV, No. 2—4.
Gazzetta chimica, vol. XXIX, parte 2, fasc. 5, 6; vol. XXX, parte 1, fasc. 1—6; parte 2, fasc. 1—4.
Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie, 1892, Heft 6; 1893, Heft 1—7; 1896, Heft 3.
Journal de Physique, 3e série, tome VIII, 1899, Décbre; tome IX, 1900, Janv.-Octbre.
Journal für praktische Chemie, Bd. LX (1899), No. 21—24; Bd. LXI (1900), No. 1—20.

Liebigs Annalen der Chemie, Bd. CCCX, Heft 1—3; Bd. CCCXI, Heft 1—3, Bd. CCCXII, Heft 1—3; Bd, CCCXIII, Heft 1—3.
Poggendorffs biograph.-litterar. Handwörterbuch, Bd. III.
Zeitschrift für physikal. Chemie, Bd. XXX, Heft 4; Bd. XXXI; XXXII, XXXIII, XXXIV, XXXV, Heft 1—4; Reg. zu Bd. I—XXIV, Lfg. 1.

Zoologie.

Annales des Sciences Naturelles, Zoologie, 8e série, LXVc année, tome X; no. 4—6; tome XI, no. 1—6.
Archiv für Naturgeschichte, Jahrg. LX, Bd. II, Heft 1; Jahrg. LXIII, Bd. II, Heft 2, 2. Hälfte; Jahrg. LXIV, Bd. II, 1. Hälfte; Jahrg. LXVI, Bd. I, Heft 1—3.
Archives de Zoologie expériment. et génér., 3e série, tome VII, no. 2—4
Cellule, la, tome XVII, no. 1.
Fatio, Victor, Faune des Vertébrés de la Suisse, vol. II, p. 1.
Fauna und Flora des Golfes von Neapel, Bd. XXV.
Jahresbericht, zoologischer, herausgegeben von der zoologischen Station zu Neapel, 1899.
Journal de Conchyliologie, Bd. XXXIX—XLVII; XLVIII, no. 1—3.
Mitteilungen aus der zoologischen Station zu Neapel, Bd. XIV, Heft 1, 2.
Plankton-Expedition, Ergebnisse, Bd. II. H. b. (Apstein.)
Transactions of the Entomological Society, London, 1899, part. 3—5; 1900, part 1—3.

Der Bibliothekar:
Hans Schinz.

Verzeichnis der Mitglieder

der

Naturforschenden Gesellschaft in Zürich

(31. Dezember 1900).

a. Ordentliche Mitglieder.

			Aufn. Jahr.
1.	Hr.	Escher-Bodmer, Johann Jakob, Dr. jur., a. Oberrichter .	1846
2.	-	Rahn-Meyer, Konrad, Dr. med.	1854
3.	-	Pestalozzi-Bodmer, Hermann, Dr. med.	1854
4.	-	Sidler, Georg, Dr., Professor an der Universität Bern .	1855
5.	-	Cramer, Karl, Dr., Professor am Polytechnikum . .	1856
6.	-	Escher-Hess, Johann Kaspar, Kaufmann	1856
7.	-	Graberg, Friedrich, Zeichenlehrer	1860
8.	-	Goll, Friedrich, Dr. med., Professor an der Universität .	1862
9.	-	Huber-Werdmüller, Peter Emil, Oberst	1863
10.	-	Weilenmann, August, Dr., Professor a. d. Kantonsschule	1866
11.	-	Fiedler, Wilhelm, Dr., Professor am Polytechnikum .	1867
12.	-	Merz, Viktor, Dr., Professor, Lausanne	1867
13.	-	Gusserow, Adolf, Dr. med., Professor a. d. Univ. Berlin	1868
14.	-	Rose, Edmund, Dr. med., Professor a. d. Univ. Berlin .	1868
15.	-	Beck, Alexander, Dr., Professor	1870
16.	-	Fliegner, Albert, Professor am Polytechnikum . . .	1870
17.	-	Heim, Albert, Dr., Professor am Polyt. und a. d. Univ.	1870
18.	-	Affolter, Ferdinand Gabriel, Dr., Prof. am Polytechnikum	1870
19.	-	Suter, Heinrich, Dr., Professor an der Kantonsschule .	1871
20.	-	Bollinger, Otto, Dr. med., Professor a. d. Univ. München	1871
21.	-	Pestalozzi, Salomon, Ingenieur	1872
22.	-	Schulze, Ernst, Dr., Professor am Polytechnikum . .	1872
23.	-	Mayer-Eymar, Karl, Dr., Professor an der Universität .	1872
24.	-	Tobler, Adolf, Dr., Professor am Polytechnikum . .	1873
25.	-	Billwiller, Robert, Direktor der meteorol. Centralanstalt	1873

			Aufn. Jahr.
26.	Hr.	Kleiner, Alfred, Dr., Professor a. d. Univ. u. Erziehungsrat	1873
27.	-	Gnehm, Robert, Dr., Professor am Polytechnikum . .	1873
28.	-	Seitz, Johann, Dr. med., Privatdozent an der Universität	1874
29.	-	Stickelberger, Ludwig, Dr., Prof. a. d. Univ. Freiburg i. B.	1874
30.	-	Wundt, Wilhelm, Dr. med., Professor a. d. Univ. Leipzig	1874
31.	-	Escher, Rudolf, Professor am Polytechnikum . . .	1874
32.	-	Ott-Werner, Karl, Müllheim (Thurgau)	1874
33.	-	Weber, Friedrich, Apotheker	1875
34.	-	Weber, Heinr. Friedr., Dr., Professor am Polytechnikum	1875
35.	-	Meister, Jakob, Professor a. d. Kantonsschule Schaffhausen	1875
36.	-	Stoll, Otto, Dr., Professor an der Universität . . .	1875
37.	-	Keller, Konrad, Dr., Professor am Polytechnikum . .	1875
38.	-	Lunge, Georg, Dr., Professor am Polytechnikum . .	1876
39.	-	Tetmajer, Ludwig, Professor am Polytechnikum . .	1876
40.	-	Mollet, Emil, Architekt, Bendlikon	1877
41.	-	Gröbli, Walter, Dr., Professor an der Kantonsschule .	1877
42.	-	Brunner, Rudolf, Chemiker, Küsnacht	1877
43.	-	Schöller, Caesar, Fabrikant	1878
44.	-	Huguenin, Gustav, Dr. med., Professor a. d. Universität	1878
45.	-	Schröter, Karl, Dr., Professor am Polytechnikum . .	1878
46.	-	Keller, Johann, Dr., Privatdozent am Polytechnikum .	1879
47.	-	Stebler, Friedr. Gottl., Dr., Vorstand der schweiz. Samenkontrollanstalt .	1879
48.	-	Abeljanz, Harutjun, Dr., Professor an der Universität .	1880
49.	-	Wyss-v. Muralt, Hans v., Dr. med., Professor a. d. Univ.	1880
50.	-	Ganter, Heinrich, Dr., Professor a. d. Kantonsschule Aarau	1880
51.	-	Wolfer, Alfred, Professor am Polyt. und a. d. Univ. .	1880
52.	-	Haab, Otto, Dr. med., Professor an der Universität. .	1880
53.	-	Rothpletz, August, Dr., Professor a. d. Univ. München .	1880
54.	-	Denzler, Albert, Dr., Privatdozent am Polytechnikum .	1881
55.	-	Rudio, Ferdinand, Dr., Professor am Polytechnikum .	1881
56.	-	Maurer, Julius, Dr., Adjunkt der meteorol. Centralanstalt	1881
57.	-	Goldschmidt, Heinrich, Dr., Prof. a. d. Univ. Heidelberg	1881
58.	-	Egli-Sinclair, Theodor, Dr. med.	1881
59.	-	Constam, Joseph Emil, Dr., Professor am Polytechnikum	1881
60.	-	Beust, Fritz v., Dr., Direktor d. Erziehungsanstalt F. Beust	1881
61.	-	Beyel, Christian, Dr., Privatdozent am Polytechnikum .	1882
62.	-	Keller-Escher, Karl, Dr., Kantonsapotheker . . .	1882
63.	-	Imhof, Othmar Emil, Dr., Brugg	1882
64.	-	Bühler, Anton, Dr., Professor an der Universität Tübingen	1882
65.	-	Kronauer, Hans, Dr., Mathematiker d. schw. Rentenanstalt	1883
66.	-	Ritter, Wilhelm, Dr., Professor am Polytechnikum . .	1883
67.	-	Schottky, Friedrich, Dr., Professor a. d. Univ. Marburg	1883
68.	-	Stockar, Egbert, Dr. jur.	1883
69.	-	Wyss, Oskar, Dr. med., Professor an der Universität .	1883
70.	-	Burkhard-Streuli, Werner, Ingenieur	1883

			Aufn. Jahr.
71.	Hr.	Mende-Ernst, Theophil, Dr. med.	1883
72.	-	Escher-Kündig, Jakob Christoph, Kaufmann . . .	1883
73.	-	Geiser, Karl Friedrich, Dr., Professor am Polytechnikum	1883
74.	-	Schwarzenbach, Julius, Thalweil	1883
75.	-	Schwarzenbach-Zeuner, Robert, Fabrikant . . .	1883
76.	-	Bodmer, Kaspar	1883
77.	-	Stadler, Salomon, Dr., Rektor der höheren Töchterschule	1883
78.	-	Muralt-v. Planta, Wilhelm v., Dr. med.	1883
79.	-	Gubler, Eduard, Dr., Seminarlehrer	1884
80.	-	Zollinger, Ernst, Fabrikant	1884
81.	-	Rosenmund, Albert, Apotheker	1884
82.	-	Culmann, Paul, Dr., Paris	1885
83.	-	Mertens, Evariste, Landschaftsgärtner, Privatdoz. a. Polyt.	1886
84.	-	Gaule, Justus, Dr. med., Professor an der Universität .	1887
85.	-	Lüscher, Gottlieb, Apotheker	1887
86.	-	Fick, Adolf, Dr. med., Privatdozent a. d. Universität .	1887
87.	-	Monakow, Konstantin v., Dr. med., Professor a. d. Univ.	1887
88.	-	Koch-Vlierboom, Ernst	1887
89.	-	Wenk, Ernst, Dr., Direktor des Institutes Erica . .	1888
90.	-	Emden, R., Dr., Privatdoz. a. d. techn. Hochschule München	1888
91.	-	Krönlein, Ulrich, Dr. med., Professor an der Universität	1888
92.	-	Glauser, Johann Daniel, eidg. Kontrollingenieur . .	1888
93.	-	Flury, Philipp, Assistent der forstlichen Versuchsstation	1888
94.	-	Huber-Stockar, Emil, Direktor d. Maschinenfabr. Oerlikon	1888
95.	-	Annaheim, Joseph, Dr., Chemiker	1888
96.	-	Messerschmitt, Johann Baptist, Dr., Hamburg, Seewarte	1889
97.	-	Bommer, Albert, Apotheker	1889
98.	-	Hommel, Adolf, Dr. med.	1889
99.	-	Bänziger, Theodor, Dr. med.	1889
100.	-	Schulthess-Schindler, Anton v., Dr. med. . . .	1889
101.	-	Zschokke, Erwin, Dr., Prof., Direktor d. Tierarzneischule	1889
102.	-	Standfuss, Max, Dr., Professor am Polytechnikum .	1889
103.	-	Grimm, Albert, Dr. med.	1889
104.	-	Schall, Karl, Dr., Privatdozent an der Universität . .	1889
105.	-	Ritzmann, Emil, Dr. med.	1889
106.	-	Bleuler, Herm., Oberst, Präsident d. schweiz. Schulrates	1889
107.	-	Heuscher, Johann, Dr., Professor an der Tierarzneischule	1889
108.	-	Lang, Arnold, Dr., Professor a. Polyt. und a. d. Univ.	1889
109.	-	Fiedler, Ernst, Dr., Professor an der Kantonsschule .	1889
110.	-	Schinz, Hans, Dr., Professor an der Universität . .	1889
111.	-	Aeppli, August, Dr., Professor an der Kantonsschule .	1889
112.	-	Martin, Paul, Dr., Professor an der Tierarzneischule .	1889
113.	-	Stöhr, Philipp, Dr. med., Professor a. d. Univ. Würzburg	1889
114.	-	Bodmer-Beder, Arnold	1890
115.	-	Overton, Ernst, Dr., Privatdozent an der Universität .	1890

			Aufn. Jahr.
116.	Hr.	Zschokke, Achilles, Dr., Direktor der Weinbauschule, Neustadt (Pfalz)	1890
117.	-	Pfister, Rudolf, Dr., Lyon	1890
118.	-	Gamper, Eduard, Apotheker, Winterthur	1890
119.	-	Bretscher, Konrad, Dr., Lehrer	1890
120.	-	Pernet, Johann, Dr., Professor am Polytechnikum . .	1890
121.	-	Martin, Rudolf, Dr., Professor an der Universität . .	1890
122.	-	Roth, Otto, Dr. med., Professor am Polytechnikum .	1891
123.	-	Felix, Walter, Dr. med., Professor an der Universität .	1891
124.	-	Müller-Thurgau, Herm., Dr., Prof. an der Obst- u. Weinbauschule Wädensweil	1891
125.	-	Ris, Friedrich, Dr. med., Direktor d. Pflegeanst. Rheinau	1892
126.	-	Driesch, Hans., Dr., Heidelberg	1892
127.	-	Herbst, Kurt, Dr., Heidelberg	1892
128.	-	Fritschi, Friedrich, Sekundarlehrer und Erziehungsrat	1892
129.	-	Bosshard, Heinrich, Dr., Professor an der Kantonsschule	1892
130.	-	Swerinzew, Leonidas, Dr., Petersburg	1892
131.	-	Hurwitz, Adolf, Dr., Professor am Polytechnikum . .	1892
132.	-	Hartwich, Karl, Dr., Professor am Polytechnikum . .	1892
133.	-	Zuppinger, Emil, Fabrikant, Wallisellen	1892
134.	-	Disteli, Mart., Dr., Assist. a. d. techn. Hochschule Karlsruhe	1892
135.	-	Werner, Alfred, Dr., Professor an der Universität . .	1892
136.	-	Hofer, Hans, Lithograph	1892
137.	-	Zuberbühler, Arnold, Sekundarlehrer, Wädensweil. .	1892
138.	-	Franel, Jérôme, Professor am Polytechnikum . . .	1892
139.	-	Denzler, Wilhelm, Ingenieur, Küsnacht	1892
140.	-	Bührer, A., Apotheker, Clarens-Montreux . . .	1893
141.	-	Wyssling, Walter, Prof. a. Polytechnikum, Wädensweil	1893
142.	-	Ribbert, Hugo, Dr. med., Professor a. d. Univ. Marburg	1893
143.	-	Kleiber, Albert, Dr., Kantonschemiker, Glarus . .	1893
144.	-	Wettstein, Walter, Sekundarlehrer	1893
145.	-	Kündig, Jakob, Dr., Privatdozent an der Universität .	1893
146.	-	Bamberger, Eugen, Dr., Professor am Polytechnikum .	1893
147.	-	Meister, Otto, Chemiker, Thalweil	1893
148.	-	Winterstein, Ernst, Dr., Privatdozent am Polytechnikum	1893
149.	-	Meister, Friedrich, Sekundarlehrer, Dübendorf . .	1893
150.	-	Grubenmann, Ulrich, Dr., Professor a. Polyt. u. a. d. Univ.	1893
151.	-	Bissegger, Eduard, Direktionssekretär der Rentenanstalt	1893
152.	-	Stauffacher, Hch., Dr., Prof. a. d. Kantonsschule Frauenfeld	1893
153.	-	Gysi, Alfred, Dr. med.	1893
154.	-	Rüttimann, Heinrich, Dr. med., Malters	1893
155.	-	Schulthess, Wilhelm, Dr. med., Privatdozent a. d. Univ.	1893
156.	-	Oppliger, Fritz, Dr., Seminarlehrer, Küsnacht . .	1893
157.	-	Bohbeck, Kasimir, Professor, Przemysl, Galizien . .	1894
158.	-	Claraz, George, A.	1894
159.	-	Stodola, Aurel, Professor am Polytechnikum . . .	1894
160.	-	Prášil, Franz, Professor am Polytechnikum . . .	1894

			Jahr. Aufn.
161.	Hr.	Treadwell, Ferdinand P., Dr., Professor a. Polytechnikum	1894
162.	-	Wild, Paul F., in Firma Orell Füssli & Cie. . . .	1894
163.	-	Grete, E. August, Dr., Vorstand der schweiz. landwirtschaftl. Versuchsstation	1894
164.	-	Schärtlin, Gottfr., Dr., Direktor d. schweiz. Rentenanstalt	1894
165.	-	Rikli, Martin, Dr., Privatdozent am Polytechnikum .	1894
166.	-	Kiefer, Adolf, Dr., Professor am Institut Concordia .	1894
167.	-	Hescheler, Karl, Dr., Privatdozent an der Universität .	1894
168.	-	Bertsch, Roland, Dr., Direktor des Institutes Concordia.	1895
169.	-	Bloch, Isaak, Dr., Prof. a. d. Kantonsschule Solothurn	1895
170.	-	Offenhäuser, C., Fabrikant, Landikon	1895
171.	-	Stebler, Karl, Lehrer	1895
172.	-	Lehner, Friedrich, Dr., Fabrikdirektor	1895
173.	-	Wartenweiler, Traugott, Sekundarlehrer, Oerlikon .	1895
174.	-	Früh, Johann Jakob, Dr., Professor am Polytechnikum	1895
175.	-	Wehrli, Leo, Dr., Lehrer an der höhern Töchterschule .	1895
176.	-	Kehlhofer, W., Wädensweil	1895
177.	-	Schellenberg, Hans, Dr., Lehrer an der landwirtschaftl. Schule Strickhof .	1895
178.	-	Lüdin, Emil, Dr., Professor am Technikum Winterthur	1896
179.	-	Burri, Robert, Dr., Privatdozent am Polytechnikum .	1896
180.	-	Frei, Hans, Dr., Seminarlehrer, Küsnacht . . .	1896
181.	-	Lacombe, Marius, Professor am Polytechnikum . .	1896
182.	-	Brunner, Friedrich, Dr. med.	1896
183.	-	Krämer, Adolf, Dr., Professor am Polytechnikum . .	1896
184.	-	Bourgeois, Konrad, Professor am Polytechnikum . .	1896
185.	-	Holliger, Wilhelm, Seminarlehrer, Wettingen . . .	1896
186.	-	Eggeling, Heinrich, Dr. med., Privatdozent an der Universität Strassburg	1896
187.	-	Schellenberg, Kaspar, Dr., Tierarzt	1896
188.	-	Herzog, Albin, Dr., Professor am Polytechnikum . .	1896
189.	-	Dörr, Karl, cand. med.	1896
190.	-	Kopp, Robert, Dr., Professor a. d. Kantonsschule St. Gallen	1896
191.	-	Minkowski, Hermann, Dr., Professor am Polytechnikum	1896
192.	-	Raths, Jakob, Sekundarlehrer	1897
193.	-	Lorenz, Richard, Dr., Professor am Polytechnikum .	1897
194.	-	Studer, Heinrich, Ingenieur, Bendlikon	1897
195.	-	Bützberger, Fritz, Dr., Professor an der Kantonsschule	1897
196.	-	Burkhardt, Heinrich, Dr., Professor an der Universität	1897
197.	-	Bachmann, Hans, Dr., Professor a. d. Kantonsschule Luzern	1897
198.	-	Ruge, Georg, Dr. med., Professor an der Universität .	1898
199.	-	Frey, Max v., Dr. med., Professor a. d. Univ. Würzburg	1898
200.	-	Höber, Rudolf, Dr. med., Privatdozent a. d. Universität	1898
201.	-	Schäfer, R. William, Dr. (z. Z. in Baden-Baden) . .	1898
202.	-	Volkart, Karl Seb., Sekundarlehrer, Pfäffikon (Kt. Z.) .	1898
203.	-	Sperber, Joachim, Dr.	1898
204.	-	Wegmann, Gustav, Ingenieur	1898
205.	-	Gouzy, Edmund August, Professor	1898

			Aufn. Jahr.
206.	Hr.	Schoch-Etzensperger, Emil, Kaufmann	1898
207.	-	Erismann, Friedrich, Dr. med., Professor	1898
208.	-	Gramann, August, Dr., Assistent an der Universität .	1899
209.	-	Erb, Joseph, Dr., Lehrer am Institut Concordia . .	1899
210.	-	Dürst, Joh. Ulrich, Dr.	1899
211.	-	Lalive, August, Prof. a. Gymn. La Chaux-de-Fonds .	1899
212.	-	Field, Herbert Haviland, Dr., Direktor des Concilium bibliographicum .	1899
213.	-	Zulauf, Gottlieb, Fabrikant.	1900
214.	-	Volkart, Alb., Dr., Assistent a. d. Samenkontrollanstalt	1900
215.	-	Huber, Hermann, Ingenieur	1900
216.	-	Burri, Franz Xaver, Forstinsp. d. Gotthardbahn, Luzern .	1900
217.	-	Ernst, Julius Walter, Meteorolog	1900
218.	-	Bleuler, Eugen, Dr. med., Professor a. d. Universität .	1900
219.	-	Sigg-Sulzer, Johann Gottfried, Kaufmann . . .	1900
220.	-	Walder, Franz, Dr., Chemiker	1900
221.	-	Schmidt, Jakob Oskar, Dr., Direktor der Accumulatorenfabrik Oerlikon	1900
222.	-	Frick, Theodor, Dr. med., Zahnarzt	1900
223.	-	Bolleter, Eugen, Sekundarlehrer.	1900

---

b. Ehrenmitglieder.

1.	Hr.	Fick, Adolf, Dr. med., Professor an der Univ. Würzburg	1869
2.	-	Fischer, Ludwig, v., Dr., Professor, Bern	1883
3.	-	Wartmann, Bernhard, Dr., Professor an der Kantonsschule St. Gallen .	1883
4.	-	Kohlrausch, Friedr., Dr., Präsident der Physikal.-Techn. Reichsanstalt, Charlottenburg	1883
5.	-	Kölliker, Albert v., Dr. med., Professor a. d. Univ. Würzburg	1891
6.	-	Virchow, Rudolf, Dr. med., Professor a. d. Univ. Berlin	1891
7.	-	Amsler-Laffon, Jakob, Dr., Professor, Schaffhausen . .	1894
8.	-	Wild, Heinrich v., Dr., Professor	1895
9.	-	Hasse, Karl Ewald, Dr. med., Professor, Hannover . .	1896
10.	-	Zeuner, Gustav, Dr., Professor, Dresden	1896
11.	-	Reuleaux, Franz, Dr., Professor, Berlin	1896
12.	-	Dedekind, Richard, Dr., Professor an der technischen Hochschule Braunschweig	1896
13.	-	Gräffe, Eduard Heinrich, Insp. d. zoolog. Station, Triest	1896
14.	-	Eberth, Carl Joseph, Dr. med., Professor a. d. Univ. Halle	1896
15.	-	Wislicenus, Johannes, Dr., Professor a. d. Univ. Leipzig	1896
16.	-	Hermann, Ludimar, Dr. med., Prof. a. d. Univ. Königsberg	1896
17.	-	Reye, Theodor, Dr., Professor a. d. Universität Strassburg	1896

		Aufn. Jahr.
18.	Hr. Schär, Eduard, Dr., Professor a. d. Universität Strassburg	1896
19.	- Weber, Heinrich, Dr., Prof. a. d. Universität Strassburg	1896
20.	- Schwarz, Hermann Amandus, Dr., Professor an der Universität Berlin	1896
21.	- Choffat, Paul, Dr., Landesgeolog, Lissabon . . .	1896
22.	- Frobenius, Georg, Dr., Professor an der Universität Berlin	1896
23.	- Hantzsch, Arthur, Dr., Professor a. d. Univ. Würzburg	1896
24.	- Forel, François Alphonse, Dr., Professor, Morges . .	1896
25.	- Hagenbach-Bischoff, Eduard, Dr., Prof. a. d. Univ. Basel	1896
26.	- Schwendener, Simon, Dr., Professor a. d. Universität Berlin	1899

c. Korrespondierende Mitglieder.

1.	Hr. Cornaz, Edouard, Dr. med., Neuchâtel	1856
2.	- Margerie, Emmanuel de, Dr., Paris	1883

Vorstand und Kommissionen.

Vorstand.

		Gewählt oder bestätigt.
Präsident:	Hr. Escher-Kündig, Jakob, Kaufmann . . .	1900
Vicepräsident:	- Grubenmann, Ulrich, Dr., Professor . .	1900
Sekretär:	- Hescheler, Karl, Dr., Privatdozent . . .	1900
Quästor:	- Kronauer, Hans, Dr., Mathem. d. Rentenanstalt	1898
Bibliothekar:	- Schinz, Hans, Dr., Professor	1900
Beisitzer:	- Rudio, Ferdinand, Dr., Professor . . .	1900
	- Martin, Rudolf, Dr., Professor	1900

Druckschriften-Kommission.

Präsident: Hr. Rudio, Ferdinand, Dr., Professor.
Mitglieder: - Heim, Albert, Dr., Professor.
- Lang, Arnold, Dr., Professor.

Engere Bibliotheks-Kommission (Fachbibliothekare).

Präsident: Hr. Schinz, Hans, Dr., Professor.
Mitglieder: - Bodmer-Beder, Arnold.
- Martin, Rudolf, Dr., Professor.
- Bretscher, Konrad, Dr., Lehrer.
- Aeppli, August, Dr., Professor.
- Beck, Alexander, Dr., Professor.
- Burkhardt, Heinrich, Dr., Professor.

Die **weitere Bibliotheks-Kommission** besteht aus dem Präsidenten der Gesellschaft, den Fachbibliothekaren und den Herren: Prof. Dr. K. Cramer, Prof. Dr. U. Grubenmann, Prof. Dr. K. Keller, Prof. Dr. F. Rudio, Prof. Dr. K. Schröter, Prof. Dr. H. F. Weber, Prof. Dr. A. Werner und Dr. H. H. Field.

Abwart: Hr. H. Koch-Schinz; gewählt 1882.

71

Vierteljahrsschrift

der

Naturforschenden Gesellschaft

in

Zürich.

Unter Mitwirkung der Herren

Prof. Dr. A. HEIM und Prof. Dr. A. LANG

herausgegeben

von

Dr. FERDINAND RUDIO,
Professor am Eidgenössischen Polytechnikum.

Fünfundvierzigster Jahrgang. 1900. Drittes und viertes Heft.

Mit vier Tafeln.

Ausgegeben am 2. Februar 1901.

Zürich,
in Kommission bei Fäsi & Beer.
1901.

TYP. ZÜRCHER & FURRER, ZÜRICH.

Inhalt.

Die „Vierteljahrsschrift“ der naturforschenden Gesellschaft in Zürich — in Kommission bei Fäsi & Beer — kann durch jede Buchhandlung bezogen werden. Bisher erschienen Jahrgang 1—45 (1856—1900) als Fortsetzung der in 4 Bänden (1847—1855) veröffentlichten „Mitteilungen“ der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Vom 42. Jahrgange an beträgt der Preis der Vierteljahrsschrift 8 Fr. jährlich. Ältere Jahrgänge sind, soweit noch vorhanden, zu reduzierten Preisen (circa 4 Fr.) erhältlich. Der 41. Jahrgang — Festschrift der naturforschenden Gesellschaft zur Feier ihres 150jährigen Bestehens — kostet 20 Fr. Er besteht aus der Geschichte der Gesellschaft (274 Seiten und 6 Tafeln), aus 35 wissenschaftlichen Abhandlungen (598 Seiten und 14 Tafeln) und einem Supplemente (66 Seiten).

Die seit 1799 in ununterbrochener Folge von der Gesellschaft herausgegebenen „Neujahrsblätter“ sind ebenfalls durch die Buchhandlung Fäsi & Beer zu beziehen.

Seit 1865 sind erschienen:

G. Asper: Wenig bekannte Gesellschaften kleiner Tiere. 1881. R. Billwiller: Kepler als Reformator der Astronomie. 1878. Die meteorologische Station auf dem Säntis. 1888. C. Cramer: Bau und Wachstum des Getreidehalmes. 1889. A. Escher v. d. Linth und A. Bürkli: Die Wasserverhältnisse der Stadt Zürich und ihrer Umgebung. 1871. A. Forel: Die Nester der Ameisen. 1893. H. Fritz: Aus der kosmischen Physik. 1875. Die Sonne. 1885. E. Gräffe: Reisen im Innern der Insel Viti Levu. 1868. U. Grubenmann: Ueber die Rutilnadeln einschliessenden Bergkrystalle vom Piz Aul im Bündneroberland. 1899. C. Hartwich: Das Opium als Genussmittel. 1898. O. Heer: Die Pflanzen der Pfahlbauten. 1866. Flachs und Flachskultur. 1872. A. Heim: Einiges über die Verwitterungsformen der Berge. 1874. Ueber Bergstürze. 1882. Geschichte des Zürichsees. 1891. Die Gletscherlawine an der Altels am 11. September 1895 (unter Mitwirkung von L. Du Pasquier und F. A. Forel). 1896. J. Jäggi: Die Wassernuss und der Tribulus der Alten. 1884. Die Blutbuche zu Buch am Irchel. 1894. C. Keller: Über Farbenschutz in der Tierwelt. 1879. A. Lang: Geschichte der Mammutfunde (mit Bericht über den Fund in Niederwehingen). 1892. G. Lunge: Beleuchtung sonst, jetzt und einst. 1900. A. Menzel: Zur Geschichte der Biene und ihrer Zucht. 1865. Die Biene. 1869. C. Moesch: Geologische Beschreibung der Umgebungen von Brugg. 1867. Wohin und warum ziehen unsere Vögel. 1877. Der japanische Riesensalamander und der fossile Salamander von Oeningen. 1887. J. Pernet: Hermann v. Helmholtz. 1895. F. Rudio: Zum hundertsten Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft. 1898. E. Schär: Das Zuckerrohr. 1890. G. Schoch: Ein Tropfen Wasser. 1870. Die Technik der künstlichen Fischzucht. Tabelle zur leichten Bestimmung der Fische der Schweiz. Fischfauna des Kantons Zürich. 1880. C. Schröter: Die Flora der Eiszeit. 1883. Der Bambus. 1886. Die Schwebeflora unserer Seen (das Phytoplankton). 1897. Die Palmen und ihre Bedeutung für die Tropenbewohner. 1901. A. Weilenmann: Über die Luftströmungen, insbesondere die Stürme Europas. 1876. R. Wolf: Joh. Feer, Beitrag zur Geschichte der Schweizerkarten. 1873.

Zur Beachtung.

Die Bibliothek ist täglich — mit Ausnahme von Sonn- und Festtagen — geöffnet von 9—12 Uhr und 1/2 2—5 Uhr (im Winter bis zum Eintritt der Dunkelheit).

